牛顿的苹果

关于科学的神话

Newton's Apple and Other Myths about Science

[美] 罗纳德 · 纳伯斯
Ronald Numbers

[希] 科斯塔 · 卡波拉契
Kostas Kampourakis —— 主编

马岩 —— 译

中信出版集团

版权信息

书名:牛顿的苹果：关于科学的神话

作者:[美]罗纳德·纳伯斯,[希]科斯塔·卡波拉契

译者:马岩

ISBN:9787508680941

中信出版集团制作发行

致

尼可拉斯·鲁克及他华盛顿与李大学的同事们在2015年5月主办的那场精彩绝伦的研讨会促成了本书的诞生。

引言

罗纳德·L. 纳伯斯与科斯塔·卡波拉契

（Ronald L. Numbers and Kostas Kampourakis）

以讹传讹的影响固然深远；但所幸的是，纵观科学史，这种影响并不长久。

——查尔斯·达尔文（Charles Darwin），《论以自然选择为方式的物种起源》（*On the Origin of Species by Means of Natural Selection*，1872）注

"谁在乎呢？"挑剔的读者可能这样问。谁在乎牛顿的苹果、孟德尔的豌豆？为什么大家要了解本书所述的历史事件和历史观点呢？或许相对来说，生物学家会更了解达尔文或者孟德尔，物理学家更懂牛顿和爱因斯坦，化学家更熟悉维勒和鲍林。可是，其实也许不是这样的？可能，连科学系的学生和科学家们都不关心他们领域内的大师们过着什么样的生活、做着什么样的工作。总之，大师们早已离开，他们的理论已经发生了改变，或者已经被遗忘了。现代科学和"科学家们"曾经的工作存在非常大的差别。事实上，本书中大概有一半的历史人物研究的是自然历史或者自然哲学，而非如今所谓的科学。那么，我们又何必大费周章去了解一些学科内部的故事细节呢？

对于“谁在乎呢？”这个合情理的问题，答案是简单而且直接的，但是并不够清晰明了：科学史上的神话传说阻碍了科学素养的提升，扭曲了科学过去和现在的样子，所以你不能不在乎。非常不幸的是，科学史与开篇时的达尔文的引言恰恰相反，歪曲和失实始终存在，各种神话故事被广为传播。我们需要指出，从这方面来说，“神话”这个词与本书的典范《伽利略的入狱及其他科学与宗教神话》中的神话意思一致，它不带有任何复杂的学术含义，所取的是词语的普通用法，也就是指某个主张是错的。[注]

公众通过各种途径了解科学：正式途径（如学校）、非正式途径（如博物馆），还有非正规途径（如大众传媒）。无论哪种情形，人们除了获得了某一具体学科的知识（如在学校学习牛顿力学，在自然历史博物馆学习进化，或者从新闻报道的疾病得知一种疾病的遗传依据），也知道了该学科的进展等隐含信息。这类信息往往用讲故事的方式，描述科学家们是如何“发现”学生们当作“事实”学习的内容。例如，报纸通常会报道某所大学或研究中心的科学家们有了突破性的发现：一个自然现象的奥秘已经揭晓或快要揭晓。报道往往有所暗示：某某多么聪明，他在研究中投入了多少心血，其成果多有价值。

毫无疑问，在通往科学成就的路上，聪明和勤奋是必要的，可是，这不能代表一切。传统的故事常常掩盖了取得成就所需要的其他重要因素，比如说作者及其助手的付出，或者是好运气。只关注科学成就的某一个因素，就可能导致对其他同等重要的要素的忽略。这可能会使人们形成对科学的成见，在本书的最后几章我们将列出其中的一部分，主要是关于科学如何实践以及科学会形成什么样的认知。与之相对，在开始的几个章节里，我们要探讨的是人们对早期科学的老生常谈，以及人们对一些知名科学家在研究方法和成就方面的误解。

学生、教育工作者和普通读者不仅要知道科学的内容，还要理解所谓“科学的本质”：科学的实现过程、科学家提出的是什么问题、他

们形成的是什么样的知识。具备科学修养的公民会真正具备科学观，也更能理解科学的优势和局限性，因此可以对诸如气候变迁、基因检测、生物进化等重要的事件做出有见地的决定。总的来说，本书各章节揭穿的是三类神话：关于现代科学的前身的神话、关于科学的实现方式的神话，以及关于科学家本人的神话。

曾有别的学者亲自纠正过许多糟糕至极的科学神话，多多少少都成功了。注我们出于谨慎，并没有直接这样做，转而寻求26位科学史专家和科学教育专家的协助。本书以片段或专题的形式，从时间上涵盖了过去两千多年的历史。本书的许多作者在他们所在领域属于世界级别的顶尖学者，全部作者都是他们所写的命题的专家。虽然全书可能难免有疏漏，但我们谨希望，已将疏漏降到了最低限度。

---

1. Charles Darwin, *On the Origin of Species by Means of Natural Selection; or, The Preservation of Favoured Races in the Struggle forLife*, 6th ed. (London: John Murray, 1872), 421。感谢Chip Burkhardt让我们注意到这一点。

2. Ronald L. Numbers, ed., *Galileo Goes to Jail and Other Mythsabout Science and Religion* (Cambridge, MA: Harvard University Press,2012).

3. See, for example, John Waller's *Fabulous Science: Fact and Fictionin the History of Scientific Discovery* (Oxford: Oxford University Press,2002), and two books by the historian of science Alberto A. Martinez:*Science Secrets: The Truth about Darwin's Finches, Einstein's Wife, and Other Myths* (Pittsburgh: University of Pittsburgh Press, 2011), and *TheCult of Pythagoras: Math and Myths* (Pittsburgh: University of Pittsburgh Press, 2012).

I
中世纪和近代早期科学

神话1
从古希腊直到科学革命，科学始终缺席
迈克尔·H. 尚克（Michael H. Shank）

> 假如没有基督教中断知识的进步，让科学进程停滞一千年，也许科技革命在一千年前就已经发生了，而今天的科技水平可能要先进一千年。
>
> ——理查德·卡里尔（Richard Carrier），《基督教不对现代科学负责》（*Christianity Was Not Responsible for Modern Science*）（2009）注

科学在古希腊到科技革命期间始终缺席的神话一直广为流传，现在这个说法更日渐生动了。甚至还出现了一张图表，在图中，科学以指数级飞速发展，在进程中画着一个想象出来的黑洞，这是“黑暗时代”留下的。这张图假设，科学会自行（呈指数级）进步，除非受到了邪恶势力的阻止。因为现实背离预期，于是人们开始寻找事情的元凶。该图作者吉姆·沃克（Jim Walker）坦言：“很遗憾我没有科学史上进步事件的全部数据，但是史学家们肯定可以把科学史上的进步汇编在一起，甚至能估计出一些值，放进图表里。恐怕科学界的‘黑暗时代’会更明显，并且更黑暗。”注最近，施普林格出版社出版了一幅流传更久、更该受到谴责的图表，旁边写着卡尔·萨根（Carl Sagan）的评论。他认为中世纪的科学是图中的千年鸿沟［从泰勒斯（Thales）（约前624—前546）至1980年之间、从希帕蒂娅（Hypatia）（约350—415）至达·芬奇（1452—1519）之间，是一片空白］，那是人类错

失的机会，令人无比痛心。[注]萨根在1980年出版了著作《宇宙》（*Cosmos*），他在书中的嘲弄口吻落伍了两代人；到2012年再版时，就整整是三代人了。

这个神话故事的流传，通常要靠某个领域的“权威人士”（此处的权威正是天文学界的萨根）可以权威地谈起另外一个领域（例如科学史），话语中重复着对一千年的“中世纪停滞”存在的过时的社会偏见。[注]显然，学者们不该浪费时间研究和记录这样一段空白。我们看都不用看就知道，这方面没有什么可发现、可记录的新鲜内容了。这和萨根的看法全然一致，足以印证后者的权威性“靠得住”。而讽刺的是，大概那些中世纪时期的蠢蛋才能干出来这种事。

对研究中世纪科学的史学家来说，打破这种恶性循环就好像玩邪恶版的“打鼹鼠”游戏（玩家的木槌敲中随机冒出洞的鼹鼠头得分），让人颇为懊恼。刚把顽固不化的“中世纪科学不存在”之说敲进坟墓，它就又立刻整装蹦了出来，在大众文化中肆虐。然而几乎没有人留意到它臭气熏天。

在过去的几年里，这个神话的扩散手法不但光怪陆离而且很高调。2009年，亚历杭德罗·阿曼巴（Alejandro Amenábar）执导过一部很不错的电影，名为《城市广场》（*Agora*），电影借助极落伍的萨根版科学史制造了一起谋杀案，即在黑暗时代初期的公元5世纪，发生在亚历山大的那起希帕蒂娅谋杀案。《转弯》（*The Swerve*）（2011）这个由斯蒂芬·格林布拉特（Stephen Greenblatt）导演的古怪故事则抱走了普利策奖和其他几个有声望的奖项。它讲述的是，在15世纪以前，抨击原子说的基督教一直压制着卢克莱修（Lucretius）的《物性论》（*De Rerum Natura*），直到15世纪《物性论》才得见天日，现代科学由此诞生。[注]

理解神话

退一步说，就算这个神话故事的确有那么一点点历史基础，那也是脱离情境、不合理的历史。事实上，中世纪早期的欧洲绝不是尖端科学的温床。这和戈壁荒漠是一个道理。尤为关键的是，当时的罗马城并不是处于罗马帝国的鼎盛时期。所以这个神话有两大问题：第一，要正视罗马帝国时期及之后的科学水平，还有评估这个水平的标准；第二，要理解这个神话的成因，它一直存在的原因，为何被许多明事理的人不断提起。

这个神话的典型版本仅出现在中世纪的欧洲（一般是用拉丁语写的，有时是希腊语）。它的不断被提起，不是由于人们对历史认识有兴趣，而是由于他们在用这件不衬手的武器打击“基督教”“教会”“罗马天主教”或“宗教”。有人用这些宗教团体解释古代科学为何存在迅速衰落的现象，这也正是沃克图表的要点。注沃克图表用图形阐述着一种假设、人们在讨论科学衰落时通常隐含的意思——古代科学会自发传播，并且呈现着上升的态势（图表显示为指数级别）。奇怪的是，在早期的现代欧洲，突然（也是呈指数级别），人类出于对基督教的特别情感而彼此相残，十分富有基督教色彩。然而认为科学革命带有“基督教色彩”又会彻底破坏“基督教致衰论”，所以“基督教”这个词就被略掉了。注

这个神话的恫吓作用使人怀疑，它算不上是证据，就只是个故事而已。从形式上来看，中世纪是科学真空这个神话以最为温和的方式和革命故事融为一体。从叙事的角度来看，革命故事必然贬低前史而无论这段历史的长短。还是从叙事的角度来看，既然它和过去彻底决裂，那么详论过去自然毫无意义。所以，革命故事要保证连贯性，就必须削弱所谓革命和过去之间的历史联系。中世纪是科学真空的神话是这类故事众多的受害者之一。人类历史上竟然有一千年的空白，有

批判意识的成年人应从原则上对此发起质疑。然而怪的是，他们却信了。神话不朽的毛病不但能传染门外汉，更能传染学者。的确，这种叙事结构异常强大，就连中古研究者们也没幸免。[注]研究公元1100年以后中古史的学者们，包括我自己，一直认为中世纪早期是科学的黑暗时期，我们常抬高12世纪到15世纪这段“我们”的年代而贬低中世纪，以此掩盖自己对那几个世纪的无知。

成就了中世纪欧洲的科学在公元7世纪时水准很高，这毋庸置疑。但问题来了，称科学在基督教盛行的中世纪时期急剧衰落其实是套廉价的玩弄历史的把戏。大致来说，科学吸收了以欧几里得（Euclid）为起点的亚历山大文化的成就，直到5世纪初的希帕蒂娅谋杀案前，它还拿着小铲子不断把这些成就撒向整个罗马帝国。你再到塞纳河畔、莱茵河畔、多瑙河畔看看，就会发现，论及科学成就的迅速衰落，没有一座城市比得上罗马帝国。

但其标准是什么呢？我们想知道，3世纪到5世纪，莱茵河畔的科学发生了什么？在罗马共和国或者说罗马帝国的鼎盛时期，罗马这座城市里的科学发生了什么？在公元前1世纪，朱利叶斯·恺撒（Julius Caesar）（前100—前44）为了改革日历记法，曾任用亚历山大的索西琴尼（Sosigenes），这显然是因为罗马的人手不足。[注]罗马各界精英一边理所当然地享受着大自然，一边还能从各类参考书和百科全书中读到最新的希腊自然哲学纲要（斯多葛学派、伊壁鸠鲁学派、新柏拉图学派等）的概括。[注]不过，即便是读过书、识得希腊文字的罗马人，不论是对错综复杂的希腊数学和自然哲学本身，还是对推广这些知识，都没多少兴趣。如果你只懂拉丁文，那么数量本来就不多的希腊科学、希腊数学和希腊医学著作就更没用了。[注]较之于中世纪的伊斯兰文明和拉丁文明，罗马人由于自身资源所限，和希腊科学几乎没有交集。如果你遵循的是神话制造者的标准，那么你可能欣然赞同罗马奥古斯都时期科学水平骤降的观点。其实在沃克图表中，连接希腊文明和罗马文明的上升指数曲线的斜率并不对。

这些情况使“拉丁中世纪”早期版图西边的知识分子们处于什么地位呢？和亚历山大的科学相比，他们的劣势非常明显，而且他们几乎接触不到亚历山大的科学。可是后来是怎么接触到的呢？自从亚历山大的罗马殖民者们几乎不再翻译希腊语的科学著作，拉丁文化就孤独了，后来者就接触不到了。当君士坦丁大帝在公元4世纪将基督教合法化时，这一情形显然成了定局。拉丁语系的基督徒对希腊科学的冷漠相向，是当时文化氛围的折射，而不是改变。

拉丁中世纪的早期究竟发生了什么事儿呢？在古典时期末、中世纪初曾有一位名为波伊修（Boethius）（约480—524或525）的高级官员，他出身于一个古老的罗马家族；他和神话传播者不一样，因为他打算把大量的希腊自然哲学和数学著作译成拉丁文。然而随着他被基督徒、东哥特国王西奥多里克（Theodoric）处决，这个计划也告终了。所幸的是，波伊修也是一名基督徒，否则我们又会在教科书上学到一出所谓的基督教野蛮镇压。历史太复杂，真是糟糕透了。

要估算拉丁中世纪时人们对待科学的态度，方便起见，我们把这7个世纪分成两部分，以公元10世纪为分界点。这两段时间在制度上最大的不同之一，在于对智力训练与教育课程的控制。事实上，控制权的改变往往体现出利益的改变。

从公元5世纪到11世纪，通晓拉丁语的学者们——主要是基督教的神职人员——尽全力搜集拉丁语学术著作，以便开展研究，他们的部分研究甚至超越了著作本身的水准。由于前面说过的原因，学者们能取得的科学资料基本上都是百科全书和基础入门。注托勒密公元2世纪的伟大数学著作就没有译本。很明显，在中世纪初期，这类著作的缺失并不是源于“教会”的反对（确实也没有反对），而是因为罗马帝国文明有比翻译希腊科学著作更要紧的事，所以罗马选择了忽略那些著作。所以，你干吗期望版图西部那群罗马曾经的殖民者能够瞬间摆脱一直以来的局限呢？就算最终可以摆脱，也不是一蹴而就的事。

翻译源于好奇

在此背景之下，我们就能理解中世纪初期奠定现代科学早期发展的两件重要事件：一是始于8世纪后期，把希腊手稿翻译成了阿拉伯文；二是再把这些阿拉伯译文中的相当一部分翻译成了拉丁语。每一次翻译成果都会让罗马人相形见绌。科学的这两次跨文化接力有力地证明了，希腊科学在中世纪的阿拉伯文明和拉丁文明中都具有重要价值。欧几里得的《几何原本》（*Elements*）和很多其他基础科学著作一样，一经译出就在这两大文明中备受关注。显然，“中世纪是科学真空”这一神话的基础就不合理。否则，这两大文明的知识分子们为什么要浪费光阴翻译深奥难懂、自己又毫无兴趣的著作呢?

伊斯兰文明对希腊科学知识的吸收，从世界史上看，也是前所未见的。㊟从公元8世纪到9世纪，伊斯兰教的哈里发和知识阶层支持学者们积极寻求并翻译医学、自然哲学、天文学/占星术、数学、数学科学等各方面的希腊语和古叙利亚语手稿。㊟从12世纪至14世纪，伊斯兰科学的发展不但批判性地而且从实质上远超它所吸收的希腊文化。

更为重要的是，它的成功使得欧洲激起了拉丁文翻译运动。从10世纪到12世纪，有几十人四处搜寻具有科学意义的著作，开始翻译。克雷莫纳的杰勒德（Gerard of Cremona）（约1114—1187）为了完成托勒密的《天文学大成》（*Almagest*）的第一个拉丁文译本，学会了阿拉伯语。他还与犹太人、穆斯林一起合作，翻译了另外80多本科学及医学的阿拉伯文原著。㊟这类译作不会无人问津，人们需要它，它满足了人们对希腊知识的渴求。

在中世纪时期，有两个至关重要的科学机构逐渐成形：天文台和大学。特别是大学的控制权和大学课程设置发生了重大的变化，这在很大程度上帮助人们对科学知识产生了根本性的认识。大学这一拥有广泛社会影响力的重要科学机构随之诞生。

大约在公元12世纪后期，对教育的控制权不再掌握在主教和修道院手中。人文领域的大师们开始创立行业协会（法律术语为行业工会），提供法律保障，形成自治的权力。这些新成立的“大学”，其行政独立于当地的主教和统治者，可以决定获得大学学历的条件以及任教导师的资格。大学课程主要为希腊、阿拉伯、波斯等科学新译著，包括自然哲学、医学和数学，是下述这些聪敏又充满求知欲的异教徒们的大作：亚里士多德（Aristotle，前384—前322）、欧几里得（其全盛时期在公元前300年）、托勒密（约90—168）、肯迪（al-Kindi，约801—873）、伊本·海赛姆（Ibn al-Haytham，约965—1040）、阿威罗伊（Averroes，1126—1198）等。

大学对自然哲学及其相关训练的重视，让人们开始对该领域有所认识，对社会文化形成了广泛的影响。根据一项评估显示，在新兴大学中有30%的“人文”课程侧重于传授自然知识。㊟要想毕业，你就必须学习算术、几何、比例理论、基础天文学、现代光学等。㊟有些大学的科学课程很有名：牛津大学的光学，牛津大学和巴黎大学的运动科学，博洛尼亚大学、帕多瓦大学和蒙彼利埃大学的医学，克拉科夫大学和维也纳大学的天文学。

大学的数量迅速增多，到公元1500年，总数已有约60所。同时，大学的入学人数也增长迅速。到15世纪中叶，大学入学考试的举办次数大幅攀升，一直到19世纪末20世纪初才被超越。㊟大概1350年到1500年，仅德国大学就有超过25万名注册学生。总之，中世纪末期的欧洲不论从文化层面还是从数量上看，都可谓科学社会。希腊–阿拉伯译作和本土的科学文明全方位地融入数万公民的生活里，不管他们有没有上过大学。自然哲学和数学的基本知识早已成为必需的教育内容，而不仅仅局限在新兴大学里。

这一切为什么如此重要？在古代，科学是极少数人的专利。不论他们在我们的故事中有多高大的形象，但从统计学角度来看，他们不

重要（而亚历山大博物馆是独一无二的）。注大学的出现改变了一切，教育成了知识领域中始终不可或缺的存在。尼古劳斯·哥白尼（Nicolaus Copernicus，1473—1543）不是中世纪黑暗中的孤独天才，也不是意大利的古文明成就了他。他是大学培养出来的成千上万的学者之一，是大学把希腊、阿拉伯、拉丁等科学中的知识点重新整合，教给了他们；更重要的是他们懂得要批判地继承（见神话3）。

---

1. Richard Carrier, “Christianity Was Not Responsible forModern Science,” in *The Christian Delusion*, ed. John W. Loftus (Amherst, NY: Prometheus, 2009), 414.

2. Jim Walker, “About That Damned Graph,” NoBeliefs.com, accessed April 29, 2014, http://nobeliefs.com/comments17.htm. Walker notes thatfor seven years he had been challenging “people to make a better graph,”but that he had received no suggestions.

3. Claudio Maccone, *Mathematical SETI: Statistics, Signal Processing, and Space Missions* (Berlin: Springer, 2012), 187-188. For Sagan’s timeline,see his *Cosmos* (New York: Random House, 1980), 335; I thankNeil Armstrong and apologize to Sagan for having misquoted him frommemory, substituting “mankind” for “the human species,” in Ronald L.Numbers, ed., *Galileo Goes to Jail and Other Myths about Science andReligion* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 2009), 20; and David C. Lindberg and Michael H. Shank, eds., *The Cambridge Historyof Science: Medieval Science*, vol. 2 (Cambridge: Cambridge UniversityPress, 2013), 9-10.

4. We are once again in the filiation of Andrew Dickson White, *Historyof the Warfare of Science with Theology in Christendom*, 2 vols.(New York: D. Appleton, 1896), for whom the purported dominanceof “dogmatic theology” explains the alleged absence of science in the Middle Ages.

5. See the Book Review Forum of Stephen Greenblatt, *The Swerve:How the World Became Modern* (New York: W. W. Norton, 2011), *Exemplaria* 25, no. 4 (Winter 2013): 313-370; and Hank Campbell,“*Cosmos: A Spacetime Odyssey*-the Review,” Science 2.0, March 7,2014, www.science20.com/science20/blog/cosmos_spacetime_odyssey_review-131240.

6. See also Myths 1 and 2 in Numbers, ed., *Galileo Goes to Jail*, 8-27.

7. Americans may soon find out that direct opposition is unnecessaryfor science to slow down: it only takes cuts in research funds, a discourseof utility, benign neglect, and a preference for sports.

8. See the critique of Charles Homer Haskins, the distinguished his-torianof twelfth-century science, in Bruce Eastwood, *Ordering the Heavens: Roman Astronomy and Cosmology in the Carolingian Renaissance* (Leiden: Brill, 2007), 23-24; and H. Floris Cohen, *How Modern Science Came into the World: Four Civilizations, One 17th-Century Breakthrough* (Amsterdam: Amsterdam University Press, 2010), ch. 3.

9. Denis Feeney, *Caesar's Calendar: Ancient Time and the Beginningsof History* (Berkeley and Los Angeles: University of California Press, 2007), 196-197.

10. Of the more than one thousand papyrus rolls that Vesuvius carbonized in the Villa deiPapiri in 79, the vast majority — so far — are Greek, probably the library of the Greek philosopher Philodemus; DavidSider, *The Library of the Villa deiPapiri at Herculaneum* (Los Angeles: J.Paul Getty Museum, 2003), 3-4, 43, 94-95.

11. The case of medicine is instructive; see Heinrich von Staden, "Liminal Perils: Early Modern Receptions of Greek Medicine," in *Tradition, Transmission,* Transformation*: Proceedings of Two Conferences on Pre-Modern Science Held at the University of Oklahoma*, ed. F. Jamil Ragepand Sally Ragep, with Steven Livesey (Leiden: Brill, 1996): 369-418passim, esp. 372n7, 408-409.

12. Examples include MartianusCapella, *The Marriage of Philology and Mercury*, Macrobius's *Commentary on the Dream of Scipio,* and Chalcidius's partial translation of, and commentary on, Plato's *Timaeus;* see Eastwood, *Ordering the Heavens,* chs. 2, 4-5.

13. A. I. Sabra, "The Appropriation and Subsequent Naturalizationof Greek Science in Medieval Islam: A Preliminary Statement," *Historyof Science* 25 (1987): 223-243; Dimitri Gutas, *Greek Thought, ArabicCulture: The Graeco-Arabic Translation Movement in Baghdad andEarly 'Abbāsid Society (2nd-4th/8th-10th Centuries)* (London: Routledge,1998).

14. Roshdi Rashed, *Classical Mathematics from al-Khwarizmi to Descartes,* trans. M. H. Shank (London: Routledge, 2015), ch. 2.

15. See Charles Burnett, "Translation and Transmission of Greek andIslamic Science to Latin Christendom," in *The Cambridge History of* Science,2:341-364, esp. 343, 349, 358; and Edward Grant, *A Sourcebookin Medieval Science* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1974), 35-38.

16. Edward Grant, "Science and the Medieval University," in *Rebirth, Reform and Resilience: Universities in Transition, 1300-1700,* ed.James M. Kittelson and Pamela J. Transue (Columbus: Ohio State UniversityPress, 1984), 68-102, esp. 91.

17. In contrast, the typical American undergraduate can now earn abachelor's degree with very few introductory science courses.

18. Rainer Schwinges, *Deutsche Universitätsbesucherim 14. und 15. Jahrhundert: Studienzur Sozialgeschichte des alten Reiches* (Stuttgart: Steiner Verlag, 1986), 467-468.

19. The Museum at Alexandria is perhaps the most significant exceptionto this generalization.

神话2
在哥伦布以前，地理学家等知识分子以为地球是平的

莱斯利·B. 科马克（Lesley B. Cormack）

在哥伦布的时代，只有哥伦布相信地球是圆的，别人都认为地球是平的，这是陪着孩子们一起长大的、最经久不衰的神话之一。“1492年的水手多么勇敢，”你可能会这样想，“他们向着世界的边缘航行，一点儿不怕掉下去！”

——伊桑·西格尔（Ethan Siegel），《谁发现了地球是圆的?》（*Who Discovered the Earth Is Round?*）（2011）

2014年2月15日，CBS新闻周日一早的节目——周日早间（*Sunday Morning*），（查尔斯）奥斯古德（Osgood）竭力称赞国务卿约翰·克里（John Kerry）最近的一次演讲，他“把否认气候改变的人比作是过去坚信地平说的人”。

——加里·德马（Gary DeMar），《克里拿地平说抨击社会为什么一错到底》（*Why John Kerry's Flat Earth Society Slam Is All Wrong*）（2014）注

中世纪的人认为地球是平的吗？用Google（谷歌）快速搜索一下，我们可能就会信以为真。虽然有几十个网站说，那其实是一个真相未知的神话，但许多“键盘专家”还坚持它的真实性，可见这个现象存在已久。地平说在过去是常识，如今成了否认科学的政治说辞。这

个神话故事还说，黑暗时代的人愚昧无知（或是由于受到了天主教神父欺骗，见神话1），相信地球是平的。一千年来，他们徘徊在愚昧的黑暗中，假如英勇的哥伦布（Christopher Columbus，1451—1506）等探险家没有出现，人们依然无知。虽然是受到利益和好奇心的驱动，但投资家、探险家的创新和勇气，最终打破了中世纪天主教会的束缚。[注]

这个神话故事是怎么产生的呢？公元19世纪，推广科学理性世界观的学者们宣称，虽然古希腊人和罗马人早已知道世界是圆的，但是中世纪的教会人士始终压制着地圆说。亲天主教派的学者反驳道，中世纪大多数的思想家都承认世界是圆的。[注]但批评家们嗤之以鼻，说这是辩解。为什么争吵呢？因为地平说等于任性、无知，而地圆说等于现代化；维护其中某一方，就等于谴责或者赞颂中世纪教会人士。因此，自然神学家威廉·惠威尔（William Whewell，1794—1866）或者理性主义者约翰·德雷珀（John Draper，1811—1882）说天主教很糟（因为它支持地平说），而罗马天主教徒说天主教很好（因为它提倡现代化）。如我们所见，这两种极端的说法都不真实。[注]

把地圆说等同于现代化还能说明为什么19世纪的美国史学家认为是证明了地圆说的哥伦布和早期的重商主义者带来了现代化，带来了美国。而事实上，把这一观点传遍世界的是一本哥伦布传记，传记的作者、美国作家华盛顿·欧文（Washington Irving，1783—1859）创造了著名的小说人物“瑞普·范·温克尔”（Rip Van Winkle）。[注]尽管欧文在书中罗列了哥伦布的许多观点，但哥伦布的地圆说证据却让读者惊掉了下巴。把地圆说等于现代科学思维，能够解释政客为什么会把地平说和否认气候改变这种不理性的观念相提并论了。

但是现实比故事更复杂。综观整个中世纪，几乎没人相信世界是平的。无论属于赞同方还是反对方，这些思想家都是基督徒（罗马天主教或东正教徒），对他们来说，地球的形状不等于进步，也不等于

传统。相较地球的形状，大多数神职人员更关心救赎，这毕竟是他们的职责所在。可他们也关心神在大自然的作品。哥伦布其实没能证明地球是圆的，因为那是已知的事实。他也不是叛逆的现代人；相反，他是虔诚的天主教徒，他相信航海是神交给他的使命。15世纪时，人们对地球的认识正发生转变，不过，改变的是地图测绘的方法，而不是从地平说向地圆说转变。

古代的学者曾经建立了一个天与地呈球体关系的模型，将二者的关系表达得非常清晰。亚里士多德（前384—前322）、萨蒙斯的阿里斯塔克（Aristarchus of Samos，前310—前230）、埃拉托斯特尼（Eratosthenes，约前273—前192）和克劳迪厄斯·托勒密（Claudius Ptolemy，约90—168）等重要的希腊地理思想家，都是以地圆说为地理及天文工作的理论基础。老普利尼（Pliny the Elder，23—79）、梅拉（Pomponius Mela，1世纪）和麦克罗比乌斯（Macrobius，4世纪）等罗马的重要评论家也同样认为地球绝对是圆的。他们的结论带有部分哲学性：球形宇宙的中心必然是一个球体，不过这一结论是经过数学及天文学推理才得出的。(注)最著名的推理当属亚里士多德对地圆说的证明，许多中世纪和文艺复兴时期的思想家都曾引用过。

如果我们细细审视中世纪时期更早的作家，尤其是欧洲作家的著作，我们会发现，其实除了极少数例外，这些人都相信地圆说。早期的神父，如奥古斯丁（Augustine，354—430）、杰尔姆（Jerome，卒于420年）、安布罗斯（Ambrose，卒于420年）等人，都相信地球是一个球体。只有拉克坦提乌斯（Lactantius，公元4世纪初）曾提出过不同意见，而他实际上是拒绝一切异教知识的，他认为那会分散人们的注意力，会忽视神父真正的工作——救赎。(注)

从7世纪到14世纪，每一位关注大自然的中世纪时期重要的思想家或多或少都曾明确表示过：地球是球体，并且许多思想家还把托勒密的天文学和亚里士多德的物理学融入自己的研究中。例如托马斯·阿奎

那（Thomas Aquinas，1225—1274），他同意亚里士多德证明的依据：星座的位置能随着人在地球表面的位置不同而发生变化，因此证明地球是圆的。罗杰·培根（Roger Bacon，1214—1294）在《大著作》（*Opus Maius*，约1270年）中说，世界是圆的，南半球有人居住，太阳沿黄道线的运行使得世界不同地方的气候产生变化。艾伯塔斯·马格努斯（Albertus Magnus，卒于1280年）肯定了培根的发现，而迈克尔·斯科特（Michael Scot，1175—1234）“把被水覆盖的地球比作一个蛋黄，把宇宙中的各天体比作洋葱的层层表皮”。注曾经最有影响力的地理学家可能当属这两位：一位是约翰·萨克罗博斯科（Jean de Sacrobosco，1195—1256），他在著作《天球》（*De Sphera*，约1230年）中说地球其实是球体；另外一位是康布雷大主教皮埃尔·德阿吉（Pierre d'Ailly，1350—1410），他在《世界的形象》（*Imago Mundi*，1410年）中探讨过地球之圆。注这两本书当年曾经非常流行；萨克罗博斯科的《天球》在整个中世纪都被选作基础教材，德阿吉的《世界的形象》的读者中则有早期探险家哥伦布等人。

中世纪时期有一位作家，塞维尔的伊西多尔（Isidore of Seville，570—636），他是位多产的百科全书派和自然哲学家，人们把他的著作作为圆盘状地球信仰的例证。宇宙是圆的，他说得很明白，但史学家对他的观点仍有分歧。注伊西多尔说每个人对太阳的大小和温度的感知是相同的，也就是说，地球居民是在同一个时刻看到日出的，所以说，地球是平的；但他似乎想表达的是，在太阳围绕地球运行的时候，太阳形状不会发生改变。他大部分的物理和天文学观点只有在地圆说的前提下才能说得通，他对月食的解释同样需要地圆说的支持。虽然并不需要把伊西多尔的各种观点绝对统一，但他的宇宙学只符合地圆说。注

中世纪时期还有许多受欢迎的传统作家支持地圆说。约翰·曼德维尔（Jean de Mandeville）的《圣域和人间天堂以外的天地》（*Travels to the Holy Land and to the Earthly Paradise Beyond*），大概写于1370

年，是欧洲14—16世纪流传最广的一本书。曼德维尔明确指出，世界是圆的，能够通航：

> 因此，我肯定，你能从南到北环游世界，最终回到家乡……沿途的国家同样有人、土地、岛屿、城市、小镇。[注]

但丁·阿利盖利（Dante Alighieri，约1265—1321）在《神曲》（*Divine Comedy*）中也多次谈起世界是一个球体，南半球被浩瀚的大海覆盖着。杰弗里·乔瑟（Geoffrey Chaucer，约1340—1400）在富兰克林的故事（*The Franklin's Tale*）中说过“你所见的这个广阔无垠的世界，是球形的”。[注]

中世纪时期有一群坚决否认地球是球体的作家，他们来自安提阿神学院（Antioch school of theology）。[注]其中最出名的当属科斯马斯·印第科普莱特斯（Cosmas Indicopleustes，约550年），这位6世纪的拜占庭修道士可能受到了当时的犹太人和东方传统中地平说的影响。科斯马斯的宇宙观以《圣经》为基础。《圣经》中说地球是宇宙底部的台地或高原。现在很难得知他生前的影响力。因为科斯马斯仅有两本专著存世，其中一本可能是他自己的留存。在中世纪时期读过科斯马斯著作的人中，已知的仅有君士坦丁堡的福蒂乌斯（Photius of Constantinople，卒于891年），他是当时公认的最会读书的人。[注]由于缺乏有利的证据，我们不能用科斯马斯佐证基督教对地圆说的压制；而仅能说明，在中世纪初相关话题的学术氛围非常开明。

从罗马衰落时期到哥伦布时期，除了拉克坦堤乌斯和科斯马斯，对地球形状有兴趣的主要的学者还有传统作家，他们都曾清晰表述过地圆说。或许学者们关心救赎多过关心地理，或许作家们对哲学命题没兴趣，但是除了拜占庭的安提阿神学院，没有一位中世纪时期的作家曾否认过地圆说，罗马天主教教会则永远不会表明自己的立场。

既然如此，说“哥伦布证明了地球是圆的”就很蠢了，连讨论一下都显得蠢。然而，哥伦布先是反抗萨拉曼卡（西班牙顶级大学的发源地）那帮心存偏见的无知学者和神职人员，随后成功地说服伊莎贝拉女王（Isabella，1451—1504）让他证明自己，这个失实的故事还是广为流传。一群学者私下聚起来希望西班牙国王和王后质疑哥伦布的提议，因为从西班牙西部到中国的距离没有远到离谱，而且绕去非洲的航线更远、更不安全。不过，那场集会没有书面留存，我们得间接依靠这两个人的记录：哥伦布的儿子费尔南多（Fernando，1488—1539）和写过新世界历史的西班牙牧师巴托洛梅·德拉斯·卡萨斯（Bartolemé de las Casas，1484—1566）。他们都说，萨拉曼卡的知识分子都知道，地球的大小、世界其他地方是否有人居住、航海穿越赤道上的热带区域有没有可能等，都曾是辩论的主题。他们质疑哥伦布的知识面没有像他辩称的那样比前人优秀，也质疑他是否可以完成他的提议。萨拉曼卡人不是否认地圆说，而是用地球更大向哥伦布发起质疑，他们认为“地球”比哥伦布所想的要大，哥伦布的航线太长了，可能完不成。注

彼得·马特（Peter Martyr，1457—1526）在《新世界简史》（*Decades of the New World*，1511）颂歌一样的序言中盛赞哥伦布的成就，他直接指出，哥伦布已经证明可以跨越赤道，并且证明了赤道以南的水域真的有人类和陆地。不过，书里没说哥伦布证明了地圆说。注假如哥伦布确实曾向存疑的学者们证明过这件事，马特肯定会提。

如果想让哥伦布继续当他见证地圆说历史时刻的英雄，也许需要求助平民百姓了。跟随哥伦布出航的水手难道不怕掉入世界的尽头吗？不，不怕。哥伦布的日记显示，水手们抱怨两件事：其一，他们担心航行比哥伦布承诺的要久；其二，他们担心由于风一直向西吹，他们将无法向东返航。注

正如我们所见到的那样，其实没有证据可以证明中世纪时期的地平说神话。基督教的神职人员没有压制真相，也不禁止相关的讨论。哥伦布这位教会的神子，他相信自己的任务是揭示上帝的安排；他没有证明地球是圆的，而只是被挡在航线上的美洲大陆绊了一下。

---

1. Ethan Siegel, “Who Discovered the Earth Is Round?” Science Blogs, September 21, 2011, scienceblogs.com/startswithabang/2011/09/ 21/who-discovered-the-earth-is-ro; Gary DeMar, “Why John Kerry’sFlat Earth Society Slam Is All Wrong,” American Vision, May 28, 2014,americanvision.org/10905/john-kerrys-flat-earth-society-slam-wrong.
2. For earlier discussions of this myth, see Lesley B. Cormack, “FlatEarth or Round Sphere: Misconceptions of the Shape of the Earth andthe Fifteenth-Century Transformation of the World,” *Ecumene*1 (1994):363-385; and Lesley B. Cormack, “Myth 3: That Medieval ChristiansTaught That the Earth Was Flat,” in *Galileo Goes to Jail and Other Mythsabout Science and Religion*, ed. Ronald L. Numbers (Cambridge, MA:Harvard University Press, 2009), 28-34, on which this essay draws.
3. Christine Garwood, *Flat Earth: The History of an Infamous Idea*(London: Macmillan, 2007), discusses some of this controversy, focusing on the “flat-earthers” of the nineteenth century.
4. William Whewell, *History of the Inductive Sciences: From the Earliestto the Present Time* (New York: D. Appleton, 1890), ch. 1, 196-197; John W. Draper, *History of the Conflict between Religion and Science* (New York: D. Appleton, 1874), 157-59. Sadly, this continues to berepeated by some textbook writers to this day. See, for example,Mounir A. Farah and Andrea BerensKarls, *World History: The HumanExperience* (Lake Forest, IL: Glencoe/McGraw-Hill, 1999), and CharlesR. Coble and Others, *Earth Science* (Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall,1992), both intended for secondary-school audiences.
5. Washington Irving, *The Life and Voyages of Christopher Columbus: Together with the Voyages of His Companions* (London: John Murray,1828), esp. 88.
6. Jeffrey Burton Russell, *Inventing the Flat Earth: Columbus and Modern Historians* (New York: Praeger, 1991), 24; Boies Penrose, *Travel and Discovery in the Renaissance, 1420-1620* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1952), 7.
7. See Charles W. Jones, “The Flat Earth,” *Thought* 9 (1934): 296-307, which discusses Augustine, Jerome, Ambrose, and Lactantius.
8. Thomas Aquinas, *Summa Theologica*, par. I, qu. 47, art. 3, 1.3 (available online at www.intratext.com/IXT/ENG0023/P1B.htm orwww.Gutenberg.org). Albertus Magnus, Liber

cosmographicus de naturalocorum (1260), discussed in Jean Paul Tilmann, *An Appraisal ofthe Geo graphical Works of Albertus Magnus and His Contributions toGeo graphical Thought* (Ann Arbor: Michigan Geo graphical Publications,1971). For Michael Scot, see John K. Wright, *Geographical Loreof the Time of the Crusades: A Study in the History of Medieval Science and Tradition in Western Europe* (New York: American Geo graphicalSociety, 1925), 151.

9. Walter Oakeshott, "Some Classical and Medieval Ideas in Re naissance Cosmography," in *Fritz Saxl, 1890-1948: A Volume of MemorialEssays from His Friends in En gland,* ed. D. J. Gordon (London: ThomasNelson, 1957), 251. For d'Ailly, see Arthur Percival Newton, ed., *Traveland Travellers in the Middle Ages* (London: Routledge and Kegan Paul,1949), 14.

10. Isidore of Seville, *De NaturaRerum*10, *Etymologiae* III 47.

11. Wesley M. Stevens, "The Figure of the Earth in Isidore's 'De NaturaRerum,' " *Isis* 71 (1980): 273. Charles W. Jones, *Bedae Opera deTemporibus* (Cambridge, MA: Medieval Academy of America, 1943),367. See also David Woodward, "Medieval *Mappaemundi,*" in *TheHistory of Cartography,* ed. J. B. Harley and David Woodward, vol. 1,*Cartography in Prehistoric, Ancient, and Medieval Europe and the Mediterranean* (Chicago: University of Chicago Press, 1987), 320-321.

12. Jean de Mandeville, *Mandeville's Travels,* trans. Malcolm Letts, 2vols. (London: Hakluyt Society, 1953), 1:129.

13. Dante Alighieri, *Paradiso,* canto 9, line 84; *Inferno,* canto 26, in*The Divine Comedy,* trans. John Ciardi (New York: New American Library, 2003); Geoffrey Chaucer, *The Canterbury Tales,* in *The Works ofGeoffrey Chaucer,* ed. F. N. Robinson (Boston: Houghton Mifflin, 1961),140, line 1228.

14. Efthymios Nicolaidis, *Science and Orthodoxy: From the Greek Fathers to the Age of Globalization* (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2011), 24-33.

15. Most surveys of medieval science do not mention geography.David C. Lindberg, *The Beginnings of Western Science* (Chicago:University of Chicago Press, 1992), 58, devotes one paragraph to aspherical earth. J. L. E. Dreyer, *History of the Planetary Systems* (Cambridge: Cambridge University Press, 1906), 214-219, stresses Cosmas'simportance, as do John H. Randall Jr., *The Making of the Modern Mind:A Survey of the Intellectual Background of the Present Age* (Boston:Houghton Mifflin, 1926), 23, and Penrose, *Travel,* who adds the caveat that "it is only fair to state that not all writers of the Dark Ages were as blind as Cosmas" (7). Jones, "Flat Earth," 305, demonstrates the marginalityof Cosmas.

16. Fernando Colon, *The Life of the Admiral Christopher Columbusby His Son Ferdinand,* trans. and annotated by Benjamin Keen (Westport,CT: Greenwood Press, 1959), 39; Bartolemé

de las Casas, *Historyof the Indies,* trans. and ed. Andrée Collard (New York: Harper and Row,1971), 27-28.

17. Richard Eden, *The De cades of the NeweWorlde or West India*...*Wrytten in LatineTounge by Peter Martyr of Angleria*(London, 1555), 64.

18. Concerning the long voyage, see entry for October 10, 1492, in*The Diario of Christopher Columbus's First Voyage to America, 1492-93,*abstracted by Fray Bartolomé de Las Casas, transcribed and translatedby Oliver Dunn and James E. Kelley Jr. (Norman: University of OklahomaPress, 1989), 57. Concerning the prevailing wind, see Eden, *Decades of the NeweWorlde*, 66.

神话3

哥白尼革命贬低了地球的地位

迈克尔·N. 契尔斯（Michael N. Keas）

> 西格蒙德·弗洛伊德（Sigmund Freud）……智慧地……表示，一切伟大的科学革命都具备两个显著特点：现实的智化；将人类从傲慢主宰的塔尖上降成大自然进程中的特定附属，不管这个结果显得多有趣、多么不同寻常。弗洛伊德认定，至关重要的科学革命有两次：哥白尼把地球从核心位置赶到边边角角；达尔文把人类从神的化身“降级”成了“动物的后代”。
>
> ——史蒂芬·杰·古尔德（Stephen Jay Gould），《更加堂皇的达尔文宫殿》（*Darwin’s More Stately Mansion*）（1999）㊟

有许多人相信，尼古劳斯·哥白尼（Nicolaus Copenicus，1473—1543）把人类从有特权的“宇宙中心”贬了出去，并就人类的重要性挑战了宗教的教义。这种看法不对。身为天主教教士的哥白尼认为他的日心（以太阳为中心）天文学说与基督教并无二致，他曾一度宣称，上帝“为了我们”才“害”了宇宙。㊟在近代的初期，在拥护日心天文学说的人里，多数都认同《圣经》和新天文学说的一致。然而在17世纪，少数知名作家编了一个反宗教的故事，后来还进了正统的教科书。

所谓的哥白尼贬低神话故事是指，前现代的地心说（以地球为中心的天文学说）等于人类中心论（以人类为中心的意识形态）。不过，根据古希腊地心说的观点，在伽利略那个时代，所有人都认为地

球在宇宙的底部。这可不是一种荣耀。“上”是指尊贵不朽的宇宙天堂；“下”是指陆地，万物分崩离析。英国文学学者C. S.路易斯（C. S. Lewis）说，中世纪时期认为人在宇宙中的位置是“人是边缘的”（anthropo-peripheral）。[注]于是，伽利略在1610年写道：“我会证明地球确实在运动……它不是一个聚集宇宙污秽和蜉蝣的水坑。”[注]伽利略提出了日心说，把人类从污秽的宇宙中心中解放出来，因为但丁·阿利盖利曾说过，宇宙中心是地狱。

约翰尼斯·开普勒（Johannes Kepler，1571—1630）把这次地位的提升进程往前推进了一把：“思考是人类被创造的理由”，所以我们“不能在中心处一动不动”，要像“勘测员”一样用“三角定位法”“测量不能企及的物体”。[注]开普勒认为，用以“运动的地球”为基础的三角定位法测算行星之间的距离，比先前的地心说更胜一筹。他说，地球注定为科学发现而生。尽管开普勒赞美地球的运动，他还是（附和哥白尼）称太阳是“宇宙的核心”，是“王座”。[注]认为太阳是“重中之重”的这一全新的说法，就是公元17世纪中期产生哥白尼贬低神话的起源。

现在的教科书十分推崇开普勒，尤其是他的“行星运动三定律”。开普勒在他第一本介绍哥白尼的著作《哥白尼天文学概要》（*Epitome of Copernican Astronomy*）中描绘了天文学与基督教之间的和谐氛围。更早些时候，有一种观点反对亚里士多德，称“宇宙是不朽的”，故而开普勒在书中讲述了“宇宙变动的真相”。[注]书中还引用了《圣经》第102章25、26节，认为天与地会“同长袍一样磨损”。他认为，天地统一在一支不长但是价值永恒的宇宙之舞中。

哥白尼让地球重归“行星”的行列引发了人们对外星生命的更多猜想。开普勒认为，外星生命（ETI）是存在的，但他坚信这并不影响人类的重要。在开普勒以前，对外星生命有过多种猜想，中世纪时期的观点是，上帝可能为外星人创造了其他的宇宙。虽然罕有学究以为上帝创造出了外星世界，可是外星生命的存在可能与人类的尊严没有冲

突。[注]最近的一项调查显示，在今天，大多数宗教人士认为外星生命无损人类的重要性。神学家特德·彼得斯（Ted Peters）指出，让人惊讶的是，只有自认非宗教的被访者才担心和外星人的接触会产生宗教危机，而且这类危机是别人的事，跟自己无关。[注]今天的非宗教人士为身边的宗教人士捏造了一出外星人“危机”，让哥白尼贬低神话这一谬传的故事更加丰满。事实上，在开普勒之后不久，对外星生命的猜想成了哥白尼神话出现的一部分原因。

关于哥白尼的那套了不起的说法

学者丹尼斯·丹尼尔森（Dennis Danielson）认为哥白尼贬低神话是“关于哥白尼的那套了不起的说法”，这个故事的产生可以回溯到17世纪。[注]丰特内勒（Bernard le Bovier de Fontenelle，1657—1757）在《关于世界多样性的对话》（*Discourse of the Plurality of Worlds*，1686）中讲过一个关于外星人影响力的早期的例子。由于“人类篡夺了宇宙第一的位置”，所以，这个例子的主人公就替丰特内勒本人表达了他因哥白尼“挫败了人类的虚荣感”而“极为满意”的心情。[注]丹尼尔森这样解释：

> 如果认为宇宙中心是尊贵的太阳，这个位置确实会显得极为特殊。我们把在哥白尼之后对宇宙中心优越性的理解，不恰当地代入哥白尼之前去了——就是这样一种颠倒。（虽然我无法证实）但我还是觉得，从某些角度上来说，有关哥白尼的那套了不起的说法，不是一种简单的混淆。这个神话其实是现代唯物主义沾沾自喜地讲给自己听的故事，用这种方式，把自己的傲慢加诸所谓“黑暗时代”。丰特内勒的故事里没有公正；他们从哥白尼的成就里曲解出贬低的成分，并且为此“欣喜异常”，毫不掩饰。[注]

尽管贬低神话源于17世纪中期，但是直到19世纪，它还是没有被收录进英文版的天文学教科书里。19世纪以后，它才成为通用教科书中表现科学战胜宗教迷信的主力。

霍雷肖·N. 鲁宾逊（Horatio N. Robinson，1806—1867）是一位曾在美国海军部队任职的数学教师，他的《论天文学》（*Treatise on Astronomy*）把早期的哥白尼支持者描绘成反宗教的战士：

> 真正的太阳系……叫作哥白尼体系……这一理论虽然现在看起来既简单且理性，能解决所有难点，但在当时并没有立刻得到认同。因为人们总是以为，在上帝所造的万物之中，地球是重点，所以，人类这万物的主宰就是最重要的存在。但是，如果有人把地球从想象中的高贵地位猛地推入无比卑微的境地，恐怕人类的尊严和虚荣也会摔得粉碎。这或许正是哥白尼理论遭到反对的根源。注

早期现代天文学家与鲁宾逊恰恰相反，他们反对"地球运动说"的主要原因是科学而非神学。在伽利略时期，人们普遍认为第谷·布拉赫（Tycho Brahe，1546—1601）的"地缘日心说"最符合主流物理学的理论和观察，例如，金星的盈亏说明金星围绕太阳运转。在第谷的学说体系中，太阳和众恒星围绕静止的地球旋转，众恒星又以（运动的）太阳为旋转中心。虽然牛顿（Isaac Newton，1643—1727）的物理学后来取代了第谷的宇宙学观点，但直到鲁宾逊的1849年版教科书出版之前，许多哥白尼问题还没有解决。注

伯拉明（Robert Cardinal Bellarmine，1542—1621）在1615年4月有一封针对伽利略的重要书信，信的内容和历史的评价一致：神学没有向近代早期反哥白尼的科学共识提供过理论依据。这位宗教裁判所的著名天主教神学家解释说，如果用一场"真正的演示"（他认为绝不可能存在）可以牢固地确立哥白尼主义，"那么，在解释内容相左的《圣经》时，你必须格外谨慎"。注然而，伽利略没能够演示清楚哥

白尼体系。这是因为科学还不成熟，不是因为严格的宗教。鲁宾逊在书中所说的哥白尼挑战人类尊严的故事，根本没有出现在伯拉明的信里。事实上，这一类问题和天主教历史上这次可能会很难堪的事件无关。

哥白尼贬低神话的发展

在鲁宾逊的《论天文学》发表一个世纪之后，塞西莉亚·佩恩–加波施金（Cecilia Payne-Gaposchkin，1900—1979）的《天文学入门》（*Introduction to Astronomy*，1954）用后来的发现给这个贬低神话加了点料。她说，天文知识的进步，已先后让地球、太阳及恒星系统丢掉了它们本来独特的核心宝座。(注)赫尔曼·邦迪（Hermann Bondi，1919—2005）在《宇宙学》（*Cosmology*）中生造出了“哥白尼原则”一词，专门指代这个经过了加工的哥白尼贬低地球的故事。(注)接下来我们将会看到，邦迪生造的这个词是如何给这个故事赋予了新的生命。

今天，大多数天文学教材依然讲述着这个经过了加工的神话。《宇宙的视角》（*The Cosmic Perspective*，2014）是一本常见的天文学入门书，它的前言作者是海登天文馆主任尼尔·德格拉斯·泰森（Neil deGrasse Tyson），泰森污蔑哥白尼的成就当属众多耻辱发现的第一名。讽刺的是，泰森说人类仍旧与众不同。为什么呢?

因为“宇宙的视角是灵性的，甚至可救赎，但不是宗教的”，泰森说，哥白尼贬低地球的故事之所以拥有救赎性，是因为它救我们于无知，赋予我们非宗教的灵性。他用自己观看海登天文馆节目时的精神体验为例：

> 我感受到自己的活力、生机与被连接。我还感受到辽阔，知道3磅重的人脑里发生着什么，它让我们明白，我们在宇宙中所处的位置。[注]

社会学家伊莱恩·霍华德·埃克隆（Elaine Howard Ecklund）近期发现，这种非宗教的灵性在科学家中间很常见。若以精神层面为考量维度，有22%的科学家自认是无神论者，27%自认为是不可知论者，其余的51%则自认为是有神论者。[注]具有无神论“精神”的科学家曾经向大自然表达敬畏。讽刺的是，在许多现代天文学的教材中，这种尊贵的自然主义灵性，通常搭配着一个标准的让位的故事。[注]

据丹尼斯·丹尼尔森分析，这些为灵性辩护的、把人类拉下王位的事件都是从哥白尼开始：

> 但这种所谓的让位是一场骗局，一边说“人类”在宇宙中、在形而上学方面并不重要，一边用文明的优越感给人类编了一顶现代“科学”的桂冠。它实际上是在表示，“就因为我们说自己不特殊，才说明我们真的很特殊”。现代意识形态把人类中心论和名声不佳的地心说画上等号，将严肃的“地球及地球居民在宇宙中是否独一无二”的思考划归到天真无用的范畴。其实，它的特殊性是绝对的、普罗米修斯式的，它是人类依靠自力、英雄般提升自己、对抗大众沉默的结果，即便到头来没有意义。[注]

丹尼尔森的评论说的正是19世纪以来在天文学教材中常见的人类让位的故事，它其实也是种微妙的即位。想想埃里克·蔡森（Eric Chaisson）和史蒂夫·麦克米兰（Steve Mc-Millan）在天文学入门教材中对丹尼尔森的分析：

> 然而我们的先辈曾经……坚信，地球在宇宙中地位特殊，是万物的中心。早期，我们的宇宙观，以及对我们自己的认识，都经历过剧烈的变革。人类终于被扯下宇宙中心的王位，发配到银河系不起眼的角落去了。不过最后，我们懂得了大量的科学知识。这一切其实是一个科学如何进步的故事。[注]

“银河系不起眼的角落”，这个表述值得深思；经过加工的哥白尼贬低地球神话如何能够一直影响着地球科学上的重要性，在这句表述中展露无遗。天文学家吉列尔莫·冈萨雷斯（Guillermo Gonzalez）和唐纳德·布朗李（Donald Brownlee）在2001年的一篇论文中引入了“星系宜居区”（galactic habitable zone/GHZ）的概念，他们的研究基本证实了，星系中存在这种生命宜居区。[注]大部分天文学教材都会探讨星系宜居区的概念，也认同位于星系中心（或距离星系中心过远）的星球不适合人类居住。然而奇怪的是，包括《宇宙的视角》在内的大部分教材依然认为，称地球不在银河系的中心就是对地球的侮辱和贬低。地球的降级神话是在没有证据的情况下，削弱了地球这个星系宜居区的重要程度。

认为地球不在银河系的中心是蒙羞，这种看法最早可追溯到哈洛·沙普利（Harlow Shapley，1885—1972），他在1918年发现了银河系的范围。大多数天文学教材依旧推崇沙普利的发现和他硬加在这一发现上的形而上学的意义。这种天文学教育至少从1954年佩恩–加波施金的《天文学入门》就开始出现了。

其实这不奇怪，因为沙普利是佩恩–加波施金的博士生导师，也是她在哈佛的同事。沙普利是早于卡尔·萨根的美国知名的天文学家，他“终生都在向人类中心论思想发动进攻”——沙普利的学术报告写得就是这么一流。[注]

从沙普利进攻人类中心论以来，对人类重要性的科学评估发生过几次新的转折。最近的一份NASA（美国国家航空航天局）报告说得很清楚。蔡森和史蒂文·迪克（Steven Dick）等著名天文生物学学者的论文集最后，NASA的科学家马克·路皮塞拉（Mark Lupisella）（他和迪克同是该论文集的编辑）这样写道：

> 宇宙大晋级？科学家和思想家一直喜欢指出人类的“大降级”。从哥白尼到今天的宇宙学（或许“人择原理”和与“宇宙微调”有关的观察是个例外），人类已不再是宇宙的特权阶层，被降了级。现在也许该晋级了：不再被混乱的人择原理所困扰、不依赖对宇宙本质所做出的目的论假设和主张。依靠自力的宇宙进化允许生命、智慧、文明的偶然发生，也肯定这些偶然在宇宙中具有重要性。换个更强烈的说法吧：文明的演变对宇宙的重要不可估量。不该把人类的宇宙地位和起源，和人类在宇宙中的可能性相混淆。[注]

对“人类在宇宙中的可能性”的热情，能战胜从19世纪以来就占领了天文学教科书的退位故事吗？杰弗里·贝内特（Jeffrey O. Bennett）的《宇宙的视角》欣然接受了泰森如萨根般的真言：“宇宙的视角是灵性的，甚至可救赎，但不是宗教的。”中世纪时，哥白尼、开普勒描述源自基督教的、宇宙中的人类尊严时还很谦虚，而到了21世纪，文明的演化被宣称拥有“救赎”作用、“无限重要”，面对宇宙，人们已没了谦虚之心。

伟大而含糊的哥白尼

哥白尼贬低地球的神话故事是怎么变成了主流教材呢？蔡森和麦克米兰的《今日天文学》（*Astronomy Today*，2014）中有条线索。文章在查证完哥白尼体系的支持证据之后明确表示：“在今天看来，这一

证据无可辩驳。”注但又接着说道，“众所周知，如哥白尼原则所述，在宇宙学中，地球不再伟大、不再重要。这是现代天文物理的基石。”注

哥白尼降级神话备受推崇，和其他科学、宗教之间存在冲突的神话故事不同，它是笼罩在科学圣人光环之下的天文学“原则”。地球是运动的，这毋庸置疑，但地球在宇宙中是否重要存在着争议，所以描述二者的时候需要修辞模糊。仅就哥白尼来说，二者的证据都“无可辩驳”。大多数读者一定没有发现其中的含糊不清。今天，我们在评判哥白尼原则的优点时，必须牢记，哥白尼本人以及大多数早期的现代天文学家，当年并不赞同这个观点。

---

1. （感谢Gregory Macklem、Maurice Finocchiaro、Ronald Numbers和Kostas Kampourakis为本文提供的帮助。）
   Stephen Jay Gould, “Darwin’s More Stately Mansion,” *Science* 284 (1999): 2087.
2. Dennis Danielson, *The Book of the Cosmos* (New York: BasicBooks, 2001), 106. This collection of sources includes excerpts of Copernicus’s*On the Revolutions* (cited here) and works by other theorists cited below.
3. C. S. Lewis, *The Discarded Image* (Cambridge: Cambridge University Press, 1964), 58.
4. Danielson, *Book of the Cosmos,* 150.
5. Ibid., 171.
6. Ibid., 117, 171.
7. Johannes Kepler, *Epitome of Copernican Astronomy,* trans. Charles Wallis, vol. 16, *Great Books of the Western World* (Chicago: Encyclopedia Britannica, 1952), 848.
8. Michael J. Crowe, *The Extraterrestrial Life Debate, Antiquity to1915: A Source Book* (Notre Dame, IN: University of Notre Dame Press,2008), 14-34.
9. Douglas Vakoch, *Astrobiology, History, and Society* (Berlin: Springer, 2013), 341. See especially the essays in this anthology by Ted Peters and Michael Crowe.
10. Dennis Danielson, “The Great Copernican Cliché,” *AmericanJournal of Physics* 69 (2001): 1029-1035.

11. Bernard le Bovier de Fontenelle, *The Theory or System of Several New Inhabited Worlds*, trans. AphraBehn (London: Briscoe, 1700), 16.

12. Danielson, “Great Copernican Cliché,” 1033.

13. Horatio N. Robinson, *A Treatise on Astronomy* (Albany: Pease, 1849), 103.

14. Dennis Danielson and Christopher Graney, “The Case against Copernicus,”*Scientific American* 310 (2013): 72-77.

15. “Bellarmine’s Letter to Foscarini,” in Maurice Finocchiaro, *TheEssential Galileo* (Indianapolis: Hackett, 2008), 147.

16. Cecilia Payne-Gaposchkin, *Introduction to Astronomy* (NewYork: Prentice-Hall, 1954), 2.

17. Hermann Bondi, *Cosmology* (Cambridge: Cambridge University Press, 1952), 13.

18. Neil deGrasse Tyson, foreword to *The Cosmic Perspective*, 7thed., by Jeffrey O. Bennett et al. (Boston: Pearson, 2014), xxviii.

19. Elaine Howard Ecklund, *Science vs. Religion: What Scientists ReallyThink* (New York: Oxford University Press, 2010), 57-58.

20. In a forthcoming publication I survey 130 English-languag-eastronomy textbooks since 1621. Of those published since 2011,78 percent contain the Copernican demotion myth. A third of thosemyth-perpetuating textbooks also promote a naturalistic spirituality resembling Tyson’s.

21. Danielson, “Great Copernican Cliché,” 1033-1034.

22. Eric Chaisson and Steve McMillan, *Astronomy: A Beginner’sGuide to the Universe*, 7th ed. (Boston: Pearson, 2012), 25.

23. Guillermo Gonzalez and Donald Brownlee, “The Galactic HabitableZone: Galactic Chemical Evolution,” *Icarus* 152 (2001): 185-200; David Waltham, *Lucky Planet* (London: Icon, 2014); John Gribbin, *Alone in the Universe* (Hoboken: Wiley, 2011); Peter Ward and DonaldBrownlee, *Rare Earth* (New York: Copernicus, 2000).

24. JoAnn Palmeri, “An Astronomer beyond the Observatory: Harlow Shapley as Prophet of Science” (PhD diss., University of Oklahoma,2000), 72.

25. Mark Lupisella, “Cosmocultural Evolution: The Coevolution ofCulture and Cosmos and the Creation of Cosmic Value,” in *Cosmos and Culture: Cultural Evolution in a Cosmic Context*, ed. Steven Dick andMark Lupisella (Washington, DC: NASA, 2009).

26. Tyson, foreword to *The Cosmic Perspective*, xxviii.

27. Eric Chaisson and Steve McMillan, *Astronomy Today*, 8th ed. (Boston: Pearson, 2014), 43.

神话4

炼金术和占星术等迷信，无益于科学和对科学的认识

劳伦斯·M. 普林西比（Lawrence M. Principe）

占星术这种鬼话给西方世界带来很多伤害，现在仍然在荼毒着意志力薄弱的人。

——乔治·萨顿（George Sarton），《科学史》（*A History of Science*）（1952）

炼金术士先是自我欺骗，他们的幻想堆了一层又一层，不肯承认自己的失败和愚蠢。他们是笨蛋、无赖，通常情况下，他们是笨蛋和无赖不同比例的混合体。

——乔治·萨顿，《波义耳和拜耳：一位多疑的化学家和一位多疑的史学家》（*Boyle and Bayle: The Sceptical Chymist and the Sceptical Historian*）（1950）注

乔治·萨顿（1884—1956），这位颇具影响力的科学史学家，在自己的墓志铭上说，占星术和炼金术既愚蠢又不合逻辑。许多人认为，占星术和炼金术是“前科学的”，非常荒唐，它们阻碍了现代天文学和现代化学的发展。这种看法是不对的，虽然炼金术和占星术在公元18世纪前如日中天，但是人们对两者的内容和做法都有所误解。就算占星术和炼金术的一些起始假设后来证明是错的，但它们其实从根本上积极地推动了现代科学的发展。注

千万别以为真正的占星术是今天流行的黄道十二宫星座算命。那种肤浅的所谓“占星术”，只从一个人的生辰（太阳每年在黄道带上的位置）就能预言一个人的命运或是某一天会发生什么，这最多是种娱乐。这种占星术和“前科学的”占星术唯一的共性，就是相信天体会对地球产生某种影响。不过，真正的占星术在计算各种复杂的影响时，会考虑所有天体（而不仅仅考虑太阳）在某一时刻（不是一整个月）的位置。而且，占星家在解释天体对地球及人体的影响时，用的是自然方法（而非魔法）。

虽然人们对天体影响地球的机制和程度仍存在争议，但是毋庸置疑，这种影响真实存在。生活在近代以前的人们会观察月球的位置如何影响海水的涨落，女性的身体为什么也随着月相而发生变化——月经周期平均28天，恰巧是月亮绕地球一圈的时间。太阳出现在空中的某些区域时天气会变热，太阳离开那些区域后气温又变冷。磁针总是指向北极星。除非有看不见的天体影响着地面物体，不然怎么会有这些自然现象呢？因此，前现代占星术的基础是源于对自然世界的观察，不是迷信。

占星术旨在获得有用的知识，预测天气、自然事件、人类事件，特别是人类的健康。[注]在医学上，人们认为天体在当时具有的影响会在婴儿诞生的瞬间给其打上独一无二的身体“印记”（称为“气质”）。

不同的气质其优缺点各不相同，更不会或者更不容易出现某种疾病或某种人格特质。例如，明显被打上“寒冷、干燥”的星球印记——比如土星——的孩子常忧郁或者慵懒（我们称之为抑郁）。当人们有了这种诊断方式，就可以随之调整饮食、生活方式和行为方式，避免不良倾向，警惕即将出现的天体连珠可能引发的身体（继而是行为）反应。其目的是通过全面了解一个人的身心构造和外在因素对其身心的影响，更有效地把控生命与健康。现代的医生则希望能用基因分析做到这样。

对高级占星术而言，至关重要的是天体之间“相吸不相系”和“智者驾驭星星”的信念。这两个准则是说，占星术既不会控制我们，也不会驱使事情发生。相反的，我们如果了解占星术的作用并且能行使自由意志，就能预防疾病，还能在清醒的头脑受到天体影响时避免不理智的决定。注

要获得这样的知识，就得在准确的时间精准地计算出地平线上所有天体的位置。这种算法叫星占，是对“时间的观察”，需要具备扎实的数学能力及技术水平。故此，真正的占星家必须悟性好、老练、观察敏锐。对占星术的追求促使人们开发出新的数学工具，以便更好地计算球面三角学等。其实在前现代，“数学家”通常就是指占星家。占星术还需要改进天文观测，以确定天文轨道和轨道周期，建立新天文模型和天文表。如果你不能精确计算出行星在过去几年或者未来几年的确切位置，那么就极可能误读一个人的气质，或者误读某个时间段内的主要影响，给出错误的建议。你必须观察行星的运动，把它们极精确地画出来，为了解释观测结果，更好地预测行星未来的动向，你就得不断地修正天文模型。就连地球大气折射了多少入射光线这种微小变量也必须考虑进去。因此，对天文数据可靠、精准的要求，不断驱动着天文学的创新、观测和发现。

许多天文学领域中的大人物都和占星术有关系（或者受到过占星术的启发）。托勒密因《天文学大成》闻名于世。这本书是古希腊数学天文学的概要，在他之后的1500年里，人们对宇宙的根本看法来源自此。托勒密的另一本著作《占星四书》（*Tetrabiblos*），概述并且探索如何将天文知识用于占星术。第谷·布拉赫是一位极为伟大、极为多产的、凭肉眼观测的天文学家。他致力于占星术，为提高占星表的精度，他开始了天文观察。伽利略给自己、孩子，甚至牧师看出生星盘。罗伯特·波义耳（Robert Boyle，1627—1691）想要发现天体对化学物质的影响。他认为这种影响由物质粒子构成，他还思索天体的运动对空气优良程度的影响。注

虽然建议不准确、预测不精确有损占星师的名誉，但没有影响占星术的声誉。虽然可以准确计算出天体的位置，但如果想估算出天上十二个区域里的七颗行星彼此互相干扰的叠加结果，就会既困难又模糊。在现代经济学里，有个很好的对照。经济学家常被要求预测未来的经济趋势，他们很少（假如成功过的话）能与预测结果形成一致，部分原因是，经济学和占星术一样，处理的是高度复杂的交互系统。然而，我们没有因为这些分歧和频频失败的预测就放弃经济学，相反，我们期待未来能有更好的理解、更精确的预测。

在大众心里，炼金术名誉狼藉，人们嘲笑它是魔术、巫术，是愚蠢的幻想，或者直接说它是骗局。但是这些评价忽视了史实。英国方济会修士罗杰·培根曾就什么是炼金术给出过明确的定义：对无生命物质的思索、对所有元素的一切衍生物的思索，以及教导如何制造贵金属，制出颜色，制造比天然物质更好、质地更优秀的物质的理论。[注]这个定义，还有其他许多类似的定义，共同揭示出炼金术与化学有极为类似的追求。事实上，至少到1700年，“炼金术”和“化学”都是可以互换的词。[注]炼金术需要手脑并用，需要理论与实践。综观炼金术史（从2世纪到18世纪），为了使知识服务生产，炼金术始终在切实地研究物质属性和物质之间的互相转换。[注]

人们通常以为，炼金术是指从廉价金属中提取黄金的工艺。虽然在今天，现代化学否定存在这种转化，但是在过去，炼金术士还是把炼金的希望寄托于真实的理论和实际观察。现代化学认为，金属是不能互相转化的元素，但是炼金术士过去认为金属是化合物，是两种或多种简单物质以未知的方式组合而成。他们知道有七种金属是通过不同比例或不同纯度的简单物质制造出来的。例如，铅和锡的“流动性”（“汞”）很强，表现为熔点低。铜和铁“干性”或燃烧性（“硫”）很强，难融合、可燃烧。因此，调整这些成分的相对比例，可以将一种金属转化成另一种金属。这种转化貌似存在于自然界的土壤里，但发生得极缓慢。炼金术士（正确地）观察发现，银矿石一般含有金，铅

矿石一般含有银，似乎金属正在慢慢地发生纯化作用，悄无声息地转化成更好的金属。注他们投入了很多精力，找到了更快、更有效的转化方法。然后又想方设法地准备了许多可以发生转化的化学物质；其中最有效、最炙手可热的，当属“贤者之石”（the Philosopher’s Stone）或称仙丹（Elixir）。

可是，炼金和贤者之石只是炼金术士的众多追求之一。这些实践者也配制良药，他们通过化学方法提取、处理、提纯天然物质，比如在植物中发现的物质。他们制造出了新的颜料、染料、化妆品、盐、玻璃、蒸馏酒和金属合金。他们想方设法模拟自然、改进天然的物质。他们改进了开采、冶炼矿石的方法。注在这些过程中，他们发现、准备、描述各种新物质，并且找到许多生成化学物质的办法，如蒸馏、升华、结晶，以及形成化验和分析等技术。他们曾经的办法在今天仍旧被化学家用于常规操作。

炼金术士不仅在物质生成、实际操作等领域有所贡献，他们还将物质不为人知的属性构成进一步理论化，以此来解释、指导实验。到了中世纪末期，已经有人在形成准颗粒物理论（quasiparticulate matter theories），即物质是由近乎永恒不变，但肉眼看不见的粒子组成。这一理论最终成就了17世纪时原子论的复兴，同时，炼金实验为该理论提供了最佳依据。有一些学者指出，炼金术是通过常规实验手段了解自然的重要途径，这同样是现代科学的显著特点，炼金术也是最早、最令人信服的、人类能够以技术改变世界的证明。注

毋庸置疑，炼金术士积累起来的知识和经验奠定了现代化学的基础。科学革命的重量级人物们对炼金术的关切与热忱众所周知。罗伯特·波义耳，这位现代化学之父，花费了40年时间，试图造出贤者之石。他声称自己曾亲眼见过别人炼金成功，并在1689年说服英国议会废除了旧的炼金术禁令。他运用炼金术的理论和操作形成了自己的一套理论，17世纪最负盛名的炼金术士之一、曾在哈佛深造过的乔治·斯

塔基（George Starkey，1628—1665），即艾瑞纽斯·费拉勒德斯（Eirenaeus Philalethes），对波义耳进行了他首次真正意义上的实验操作训练。牛顿长久以来对炼金术的追求已得到公认。多年来他复制、比较各种文章，就为揭开炼金术的奥秘；他自己还拥有一间实验室，将大量的时间用于炼金术实验。1692年，牛顿让同样对炼金术感兴趣的哲学家约翰·洛克（John Locke，1632—1704）搜寻刚刚过世的波义耳的文章，看看有没有炼金术的方子能寄给自己。㊟

我们要记住的是，虽然现代人认为占星术和炼金术等同于迷信或者魔法，但这些曾经的践行家认为自己的研究完全属于自然主义的领域。㊟在18世纪，更多是在19世纪出现过伪造的超自然事件。虽然不论哪个术士群体都会存在能力和智慧的局限，但明确的是，真正的占星家和炼金术士在对大自然的探索中保持着冷静，不亚于优秀的现代科学家。这些学习领域的不良声誉多是出自18世纪的某些人之口，他们把先辈的功劳和成就抛诸脑后，夸大自己的独创性和重要性，宣扬最差劲的术士的弊病和谬误，不承认最优秀术士的成就。不过，现代史研究一直展示着占星术和炼金术的真面目，坚定地将它们重新归进科学史的重要组成部分。

---

1. George Sarton, *A History of Science,* 2 vols. (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1952), 1:421; George Sarton, “Boyle andBayle: The ScepticalChymist and the Sceptical Historian,” *Chymia*3(1950): 155-189, on 160.

2. For a fuller explanation and contextualization of alchemy and astrologyin early modern culture, see Lawrence M. Principe, *The Scientific Revolution: A Very Short Introduction* (Oxford: Oxford University Press, 2011).

3. For a survey of early modern astrology, see H. Darrel Rutkin, “Astrology,”in *The Cambridge History of Science,* vol. 3, *Early Modern Science,*ed. Katherine Park and Lorraine Daston (Cambridge: Cambridge University Press, 2006), 541-561.

4. Thomas Aquinas, *Summa Theologica,* IIaeIIa, question 95, article 5.

5. Noel M. Swerdlow, “Galileo’s Horoscopes,” *Journal for the Historyof Astronomy* 35 (2004): 135-141; H. Darrel Rutkin, “Galileo, Astrologer: Astrology and Mathematical Practice

in the Late-Sixteenthand Early-Seventeenth Centuries," *Galilaeana*2 (2005): 107-143. RobertBoyle, *Tracts Containing Suspicions about Some Hidden Qualities of theAir; with an Appendix Touching Celestial Magnets, and Some Other Particular,* in Boyle, *Works,* ed. Michael Hunter and Edward B. Davis, 14vols. (London: Pickering and Chatto, 1999-2000), 8:117-142.

6. Roger Bacon, *Opus Tertium,* in *Opera QuaedamHactenusInedita,* ed. J. S. Brewer (London, 1859), 40.

7. William R. Newman and Lawrence M. Principe, "Alchemy vs. Chemistry: The Etymological Origins of a Historiographical Mistake," *Early Science and Medicine* 3 (1998): 32-65.

8. For a full history of alchemy, see Lawrence M. Principe, *The Secretsof Alchemy* (Chicago: University of Chicago Press, 2013).

9. Ibid., 108-127.

10. Bruce Moran, *Distilling Knowledge: Alchemy, Chemistry, and the Scientific Revolution* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 2005);Tara Nummedal, *Alchemy and Authority in the Holy Roman Empire*(Chicago: University of Chicago Press, 2007).

11. William R. Newman, *Atoms and Alchemy* (Chicago: University ofChicago Press, 2006); William R. Newman, *Promethean Ambitions: Alchemyand the Quest to Perfect Nature* (Chicago: University of Chicago Press, 2004); William R. Newman, "Technology and the Alchemical Debatein the Late Middle Ages," *Isis* 80 (1989): 423-445.

12. Lawrence M. Principe, *The Aspiring Adept: Robert Boyle andHis Alchemical Quest* (Prince ton, NJ: Prince ton University Press, 1998);William R. Newman and Lawrence M. Principe, *Alchemy Tried in theFire: Starkey, Boyle, and the Fate of HelmontianChymistry*(Chicago:University of Chicago Press, 2002); Betty Jo Teeter Dobbs, *The Foundationsof Newton's Alchemy* (Cambridge: Cambridge University Press,1975). For a useful review of how current scholars see alchemy's position in the history of science, see "Focus: Alchemy and the History ofScience," *Isis* 102 (2011): 300-337.

13. Principe, *Secrets*, 83-106; Lawrence M. Principe and William R.Newman, "Some Problems in the Historiography of Alchemy," in *Secretsof Nature: Astrology and Alchemy in Early Modern Europe,* ed. Anthony Grafton and Newman (Cambridge, MA: MIT Press, 2001),385-434.

神话5

伽利略在比萨斜塔进行反复实验后，公开反对亚里士多德对物体运动的结论

约翰·L. 海尔布伦（John L. Heilbron）

亚里士多德曾经关于物体运动的许多结论非常清楚、无可争辩……（伽利略）当着老师、哲学家和学生的面在比萨斜塔顶进行反复实验，得出了相反的结论。

——温琴佐·维维安尼（Vincenzio Viviani），《伽利略传》（*Vita di Galileo*）（1654）㊟

引言中记录的事件是伽利略也许做过也许没做过的示范，那时他还是比萨大学的一名年轻讲师。伽利略此后公开地坚决反对“一切有识之士的老师”（the Master of Those who Know，指亚里士多德），其结论清楚、无可争辩：相同材质而不同重量的物体在同一种介质中的速度和各自的重量不成正比……而运动的速度相等，同一物体在不同介质中的速度与这些介质的阻力或密度成反比。我们知道，这则伽利略的故事出自温琴佐·维维安尼（1622—1703），因为他是伽利略晚年的学生和助手，所以，他很可能是从伽利略那了解到故事的素材。这个神话的首次亮相是在维维安尼为伽利略著作选集所写的生平概略序言中，但迫于罗马天主教会的压力而被舍弃。㊟

怀疑维维安尼讲的故事只是个神话有这样几个理由：既然那一大群在场的观众对伽利略推翻了公认的真理极为吃惊，但没有一人写下一个字。亚里士多德的论文被人们断章取义了。如果伽利略反复的实

验表明所有物体的下落速度一样，那么他理应和观众一样讶异。但是，如果把维维安尼的故事放到一群人而不是一个人身上，那么，其大部分内容值得相信。它的真假在于把自己归为教学内容还是神话的行列。神话贩子加入了诸如时刻、观众满怀期待的焦虑、重量和材质等细节，让这个神话和“常识实验击败了人们对权威的盲从”画上等号，也许，还成就了一则科学史故事。[注]

之所以没有一位所谓的观众提起伽利略的这次比萨斜塔实验，是因为它从未发生过。不管怎样，这种试验应该不会只有一次。自称了解并演示过物体运动真理的老师，包括伽利略在比萨求学时的老师：热罗尼莫·波洛（Girolamo Borro，1512—1592）和弗朗西斯科·博纳米奇（Francesco Buonamici，1533—1603），他们都经常从教室往窗外扔东西。波洛曾经说过，每次扔下木块和几乎等重的铅块时，木头先是比金属下落得快，他说这解释了一个棘手的问题：空气自身在空气中是否有重量（会下降）。显然，他非常善于观察。带有娱乐性质的演示影片肯定了他的这一结果，而伽利略在比萨任教时，也予以认同。这个结果的发生是因为实验者会下意识地先释放木块。[注]

在1589—1592年间伽利略任职于比萨大学时，他很有可能把几乎所有精力都放在了危险的哲学学习上。在《论运动》（*De Motu*）这篇当时未曾发表过，但维维安尼知道其存在的手稿里，伽利略提起过波洛的实验，他随后补充说，铅块很快会赶上木块，“前提是它们从高塔上落下，并持续降落很长的距离，这是我经常做的实验”。如果伽利略做过这个实验，他的学生就很可能参与过，就像伽利略见证过波洛和博纳米奇的实验一样。[注]如果认为这座高塔就是教堂的钟楼，这个选择顺理成章，伽利略在哲学领域的对手乔治·克莱西奥（Giorgio Coresio）打算以此来证明对物体运动的标准描述（“以克莱西奥的智商要能理解亚里士多德，简直是白日做梦”）。[注]

后来的神话贩子发现，在维维安尼对亚里士多德的引用中，隐蔽的公式“速度＝重量/阻力”和自由落体没有直接关联。相反，文章为反驳真空论（被理解为没有物质只有广度的空间）提供了关键依据。运动物体进入这样的空间会发生什么？物体不知道自己进了哪里、进的是什么，没有上下的概念，也无从得知外界是石头还是气囊。这是因为物体的位移，或者说它静止时的运动倾向，取决于它所在的位置，即亚里士多德在争论之后的定义：外包围介质的内表面。㊟空气中的水会持续下落，或会有持续下落的倾向，是因为水在空气中；如果水在沙土里，就会向前运动；如果水在真空中，会完全静止不动，在这个真空里，“物体的移动空间并不比另一个真空要多”。换句话说，如果使一个物体处于运动状态，它就会无休止地运动下去，它为什么要在一个不该停下的地方停下呢？㊟

作为更进一步的证据，亚里士多德觉得麻烦之处在于：我们能看到，有两个原因让等重物或同一个物体移动得更快，介质的性质，或是“过重或过轻”。他为此补充了一个尴尬的例子：如果空气比水“稀薄”两倍，一个比水重的物体通过空气中给定距离的速度要比在水中快两倍。如果介质的形态更不固定、阻力更小、更容易切割，那么运动的速度就会更快。所以，一个物体，任何一个物体，在真空中的速度将会无穷大，但这是不可能的。㊟而且，观察结果显示，如果物体的其他条件都一样，无论其重量大小，冲量较大的物体能更快地通过相同的距离，这和它们的体积成正比。这是因为，物体的重量越大越容易切割所穿透的介质。如果没有要切割的介质，那么，所有的物体的速度就都一样。但是这不可能。㊟这两个原因如此充分，所以真空不可能存在，也因此，重点来了，必须否定原子理论。

从情理上说，不能把这些段落当成是数量关系的严肃表述。因为阻力和速度成反比关系里，亚里士多德想让分母更“小”，他假设空气的密度是水的一半，这一数值仅仅是个假设，不足为信。同样，“与质量对应的冲量较大的”物体在穿过气室时速度更快，和其体积成正比，

这样含糊其词的描述不是为了制定速度∝重量法则，而是为了确保速度会减慢是亚里士多德荒谬的观点：既然重量在真空中不起作用，那么真空中的所有物体运动的速度都一样。

把真空中的不定向运动看成自由落体，这样的观点同样不合情理。但是，在《两门新科学》（*Two New Sciences*，1638）（他在书中首次公开了自己对运动的最终定义）中，伽利略向那位无足轻重的逍遥学派哲学家“援引”亚里士多德时就是这样说的。伽利略的那位代言人承认，自己偶尔略微有些夸大，他这样说道：

> 亚里士多德说，“100意尺（braccia）处的一个100磅的铁球自由下落，会先于只有1意尺高的1磅重的铁球落地。”而我认为它们同时落地；你们或许会发现，在这个实验中，大物体以两指宽的距离先于小物体落地……你说两指宽度能藏得住亚里士多德的99意尺吗？(注)

两指宽和亚里士多德之战！那么显而易见的是，他怎能如此无知？

伽利略在1590年曾称自己同样有信心。尽管他的运动理论在当时预言了实验结果会从根本上迥异于《两门新科学》中给出的结果。在1590年或1590年左右出现的这一理论预测：在自由落体过程中，起初轻物体会比重物体下落得快，如果下落的高度足够，物体获得的速度将与其自身重量和空气重量的差值成正比。“哦，多么玄妙的虚构，多么绝妙的想法！那些自以为能摆脱神圣的数学、高谈阔论的哲学家可以消停了！”亚里士多德派的运动理论教学又是什么样呢？“哦，荒谬的幻想！不朽的众神啊，请告诉我，怎么会有人相信这种显然违反常识的事？”(注)

比萨斜塔最高的降落距离大概有150英尺。不考虑空气阻力的话，伽利略的物体只要三秒多就能落地。他和学生仅凭肉眼很难区分物体是否（以两指“之差”）在同一时间落地。因此，他们也就无法证实伽利略所说的规律：所有物体（无阻力时）下落的速度都一样。由于他们只在空气中进行了自由落体实验，所以也无法证明，物体在不同介质中的速度与（介质的）阻力或密度成反比。不过，他们可以证实的是，不同物体的速度和“自身的重量不成正比”，否则两倍重于另一物体的物体就要早落地一秒左右。

而且不管怎样，你的手很难同时释放物体，使其完全垂直下落。在伽利略卸任之后多年的1641年，文森佐·雷涅里（Vincenzo Renieri，1606—1647）在比萨斜塔进行了伽利略实验，却没能复现伽利略在《两门新科学》中对比萨斜塔实验的描述。雷涅里的失败很可能促成了伽利略传奇的诞生。雷涅里得知（他给伽利略的信中如此写道）：“某些耶稣会会士”［自然哲学专家尼科罗·卡毕欧（Niccolò Cabeo，1586—1650）］发现，不等重的物体从同等高度降落会同时落地（和伽利略的自由落体定律一致），但他对此表示质疑，于是他自己进行了实验，他看到铅球先于木块4到5英尺落地。雷涅里用不等重的铅球再次进行实验，证实了较重的铅球比较轻的铅球先落地。他还发现木块在快着地的时候会偏离垂直轨道。

肯定是伽利略的来信提醒了雷涅里，但信现已遗失：《两门新科学》里有自由落体定律。很难评价雷涅里回复了什么，就跟评价比萨斜塔传奇一样难。雷涅里竟然没读过伽利略这本世人期待已久的著作！雷涅里为自己开脱说，因为繁重的教学任务压得他两年多的时间无法抽身。如果他说的是真的，这就给了我们一些启示。他觉得开学时读《两门新科学》太过费力，放假时它又无足轻重吗？其实他很有可能是在阿切特里、伽利略被囚禁的家里，通过两人的谈话得知了伽利略的看法，那时他常常以朋友、同事的身份，安慰伽利略。从谈话中他知道了，不同物体下降的速度和自身的重量不成正比。他认为，

卡毕欧说铅和面包皮能同时落地，这太不切实际，不是自由落体定律的现象。雷涅里从伽利略那得知，较大的那个同材质物体下落得更快，“我想这是从你那听到或看到的”。他在这封异端邪说般的书信的最后，向维维安尼致以亲切的问候。(注)自1641年伽利略完全失明起，可能是维维安尼给他念雷涅里的来信和帮忙回信的。无疑，这种方式让伽利略大师和他的助手之间，会对比萨斜塔自由落体实验产生交流。每一位口述史学家都清楚，他们的对话可能是这种剧情走向：

维维安尼：您怎么看雷涅里的实验，大师？

伽利略：有些难度。50年前我做过类似的实验，然后我就知道了自己的预期。

维维安尼：结果如您预期吗？

伽利略：相当接近。几次实验的时候有一些人在场——有我的学生、一些教授，还有哲学家。老博纳米奇来过一次，雅克波·马祖尼来过一次，他从他众多学生里挑了几个带来。当时马祖尼正在对哲学家柏拉图和亚里士多德进行对比，这是大家都知道的事，他还在寻找亚里士多德由于忽视数学所犯下的错。

维维安尼：要是亚里士多德仔细探究他亲自设定的比例之间的逻辑关系，他肯定会发现自己在运动定律上多么愚蠢。大师，您的示范已经说明了一切。

伽利略：毫无疑问……嗯，没错，马祖尼肯定去过。他是我们家的朋友，我跟他探讨过很多重大的哲学问题，帮他形成反对亚里士多德非数学方法的示例。(注)

维维安尼：那么50年前，您像雷涅里一样在比萨斜塔上进行过多次实验，向一些老师和学生演示过？实验的结果让他们清楚地知道，亚里士多德关于物体运动的伪数学是无稽之谈？

伽利略：没错。不过，这当然是很久以前的事了，我用了很多年完善物体的运动理论，就是你在《两门新科学》中看到的那些。

维维安尼在对材料进行在加工的过程中，用艺术性笔触营造出一幅可信的比萨斜塔场景（自由落体，有学生和老师当观众，亚里士多德的戏剧性实验），让这则传奇故事生动起来（伽利略是唯一的主角；比萨斜塔是实验场所；实验是一道选择题：被夸张扭曲的是亚里士多德观点，还是被曲解的伽利略定律）。伽利略大师笔下充盈着这样的格调。他把自己塑造成受害者，而实则在进攻。他塑造出无足轻重的对手，再消灭他们。他用生动的修辞极尽所能地夸大结果的准确性和可靠度。[注]他对亚里士多德“自由落体定律”的夸张塑造比维维安尼更让人讨厌。伽利略讲的故事是他虚构出来的物理现象；维维安尼说的是无关紧要的小谎话，他虚构的是伽利略大师如何虚构。这则传奇是17世纪时由师徒二人以修辞手法共同编造出来的优秀故事代表，拔高自己，拔高他们对物理数学的应用，也将伽利略在物体运动方面的教学时间点往前推，提前到他首次进行自由落体实验时。正如伟大的优西比乌（Eusebius，约275—339）把《旧约》纳入他所著的基督教会史时所理解的那样，起源越早其正统性越有说服力。

探寻比萨斜塔传奇故事的源起，让史学家发现并重视伽利略时期与现代在物理实践上的差异。再进一步探索之后，可能会有其他方面的应用。分析比萨斜塔实验的实际困难，分析牛顿力学中对自由落体细节的描述，是不错的教学方法。宣传和美化这一传奇故事的原因或许也值得研究。其中最没意思的，就是歌颂一种物体运动的观点胜过另一种观点。更重要的是，对于一类基本问题像是物理是定性的、有连贯性的、解释性的，还是定量的、零碎的、描述性的，这个传奇故事蕴含着答案。在当前，最重要的是，神话贩子不经调查、四处散布，他们犯下了这个神话要警示的错：依赖权威、听信他人的不实之词，却不信任自己的学识判断。

---

1. VincenzioViviani, *Vita di Galileo* [1654], ed. Bruno Basile (Rome: Salerno, 2001), 37-38.
2. VincenzioViviani, *Vita di Galileo* [1654], ed. Bruno Basile (Rome: Salerno, 2001), 37-38.

3. Lane Cooper, *Aristotle, Galileo, and the Tower of Pisa* (Ithaca, NY: Cornell University Press, 1935), 13-26, gives several remarkable examples.Cooper, a professor of En glish at Cornell, was perhaps the first toexpose Viviani's story as a fable.

4. J. L. Heilbron, *Galileo* (Oxford: Oxford University Press, 2010), 41-45; R. V. Caffarelli in Caffarelli, ed., *Galileo e Pisa* (Pisa: Felice, 2004), 40, citing Thomas Settle for the filmed confirmation.

5. Galileo Galilei, *Opere*, ed. Antonio Favaro, 20 vols. (Florence:Giunti-Barbera, 1890-1910), 1:334.

6. Galileo, re Giorgio Coresio, professor of Greek at Pisa, in *Opere,* 4:285.

7. Aristotle, *Physica,* 4.1-4.5, esp. 210a30-211a1-5, 212a5-10, 20,in *The Works of Aristotle,* ed. David Ross, trans. R. P. Hardie and R. K.Gaye, 12 vols. (Oxford: Oxford University Press, 1928-1952), vol. 3.

8. Aristotle, *Physica*, 4.8, 214b30-35, 215a19-21.

9. Ibid., 214a25-30, 216a8-11.

10. Ibid., 216a8-21.

11. Galileo, *Opere,* 8:108-109.

12. Heilbron, *Galileo,* 50-51 (quotations).

13. Renieri to Galileo, 13 and 20 Mar 1641, in *Opere,* 18:305-306,310.

14. For Mazzoni, see Heilbron, *Galileo,* 14-15, 46-8, 53-54, 110-112.

15. Examples are given throughout Heilbron, *Galileo*, esp. 254-252, 270-276.

神话6

苹果落地让牛顿发现了万有引力定律，也抹去了上帝在宇宙中的存在

帕特里夏·法拉（Patrica Fara）

对宗教来说，还有一个挑战，来自牛顿。牛顿的运动理论和重力理论表明，若没有上帝的存在，该怎样解释自然现象。

——史蒂文·温伯格（Steven Weinberg），《论上帝、基督教和伊斯兰教》（*On God, Christianity and Islam*）（2007）

达尔文和华莱士简简单单地就摧毁了19世纪尚残存的、能证明神的存在的最有力的证据。两个世纪以前，牛顿把上帝从天堂里驱逐了出去。达尔文和华莱士让上帝在地球上同样多余。

——约翰乔·麦克法登（Johnjoe McFadden），《最智慧的幸存者》（*Survival of the Wisest*），《卫报》（*Guardian*）（2008）[注]

20世纪70年代，伦敦《金融时报》一则广告的标题这样赞誉牛顿："在男学生的心目中，和落地的苹果永远联系在一起的那位英国物理学家，物理界因他而硕果累累。"[注]甚至连女学生都知道牛顿的苹果，而科学家更清楚，至少他们觉得自己清楚，牛顿抹去了上帝在宇宙中的存在。这两则故事的种类不一样。牛顿是不是真的受到一个苹果的启发，史学家永远无法肯定；但他们绝对确信，牛顿笃信宗教，认为上帝在宇宙中无所不在。

掉落的苹果有什么样的事实真相，不是特别重要：要紧的是它作为牛顿物理学创立开端的象征意义。这和别的拥有浪漫情节的戏剧性发现差不多，例如阿基米德（Archimedes，约前287—前212）在浴缸中喊“我发现了”，又或者詹姆斯·瓦特（James Watt，1736—1819）童年时对开水壶的着迷。在各种各样“我发现了”的版本集合里，科学天才一下就能想明白一个完整的理论，就像一首交响曲或者一首诗，莫名其妙就出现在音乐家或者作家的头脑中。历史一般的细节把著名的真实人物变成了神话角色，影响着人们的科学观。

认为牛顿把上帝从科学领域赶了出去并不是科学神话；它是一个错误的看法，牛顿自己出版的著作就能够将它彻底推翻。宣扬上帝不存在这一谬论的人不会意识到，牛顿自己对牛顿物理学最初的阐述和现在流行的版本并不一致。牛顿笔下的上帝在创造完宇宙之后没有就此退休，而是继续干活，时不时地休息一会儿——这就是为什么与牛顿同时代的人挑剔地指责牛顿，说他不该把上帝看作懒散的钟表匠。

苹果的神话

虽然牛顿在临终前大概四次谈起这桩苹果逸事，但这件事到了19世纪才众所周知（顺便说一句，苹果掉落在牛顿头上的看法，出自19世纪时首相本杰明·迪斯雷利的父亲艾萨克·迪斯雷利的渲染）。最完整的记载出自牛顿的朋友威廉·斯蒂克利（William Stukeley，1687—1765），一位古文物研究者和巨石阵专家，他回忆过在牛顿家花园中的一次对话。斯蒂克利写道，牛顿正在追忆60多年前的事情，那时他还是学生，为躲避侵袭剑桥的瘟疫，他回到出生地林肯郡伍尔索普村庄里的一间小屋。牛顿坐在果园中，“陷入沉思，一个苹果的落地触发了……万有引力的念头。为什么苹果总是垂直落向地面，他暗自想着。为什么不向两边或是向上，却始终朝向地心呢？诚然，是因为地

球吸引着它……整个宇宙都存在一种力，我们现在称之为万有引力”。注

与牛顿同时代的人们听到这个故事之后的反应和现代人大不相同。首先，《圣经》在他们的生活里非常重要，他们会马上联想到发生在伊甸园的堕落，蛇说服夏娃用知善恶树上的禁果诱惑亚当。人们认为这个禁果就是苹果，可能因为拉丁语的“邪恶”（malum）和“苹果树”（malus）极为相似。在中世纪和文艺复兴时期，处于襁褓之中的基督经常拿着一个苹果，象征自己是第二个亚当，要拯救堕落、罪恶的人类。牛顿成了其追随者的又一个亚当，他将揭示上帝的自然数学规律。

从现代的角度看，月亮和苹果受到同一定律制约是不言自明的。但在16、17世纪，许多人仍然想象有个亚里士多德笔下的宇宙，天堂永远的完美和地球不可控的混乱形成鲜明的对比（见神话3）。虽然在长达一个半世纪之后，符合所有观察结果的满意理论才开始出现，但观念已开始转变。人们有了重大发现，比如哥白尼在1543年认为宇宙的中心是太阳而不是地球，比如开普勒在1619年之前完成了描述行星椭圆轨道的三大数学定律的公式表达。牛顿和很多前辈一样继续着这些研究，通过假设在地球乃至天上存在万有引力，把所有的宇宙融合成了一个统一的实体。

牛顿在苹果树下的顿悟如同上天显灵，和使徒保罗在前往大马士革的路上瞬间从怀疑上帝到信仰上帝差不多。科学家按照他们的哲学理想，有条不紊地前进，就像牛顿一样，耐心地累积证据，坚持检验假设。这个苹果的意识形态则与之截然相反，它希望多年的苦心研究能被简化为一瞬间绝妙的洞悉。19世纪中叶，新牛津大学博物馆树立起一尊牛顿造像，身着小学校服，低头凝视着他的那个苹果，好像他是天生的天才，灵光一现让他马上洞悉了自然的真理。在艺术评论家、赞助人约翰·拉斯金（John Ruskin，1819—1900）用这个老套的灵

光一闪去激励学生的时候，毫无疑问地贬低了奖学金的作用（见神话25）。

这个本以为可谓重大的事件却没有马上发生影响。无论牛顿从掉落的苹果中悟到什么，20年之后他才出版了万有引力理论。[注]那时他手上同时有几个项目，包括炼金术（见神话4）和光学，但后来当几颗彗星意外地划过天空，他重新研究起了数学天文学。虽然牛顿反复检验、修改他的理论和实验，但要是没有埃德蒙·哈雷（Edmund Halley，1656—1742），这位让人敬畏的牛顿的年轻同事催促他完成著作，物理学可能还是老样子。甚至当牛顿终于在1687年出版了《数学原理》（*Principia*），这本书也没有立刻带来知识的革新。牛顿，这位隐居的学者，不在意他的物理学是否易懂，所以在几十年之后他的观点才逐渐被接受。

直到19世纪初期这个故事被公开之后，牛顿才被誉为科学天才。在18世纪，牛顿的贡献是一颗小彗星：他用精准的预言揭示了宇宙的秩序，并把占星家晋升为天文专家。1821年的一本法国小传记写过这个苹果的故事，硬说牛顿精神错乱，这对一位伟大的英国英雄来说是不可想象的灾难，于是激怒了虔诚的信徒。[注]尽管这本书不怎么样，苹果的故事还是迅速广为人知，有人表示反对，认为这个故事损害了维多利亚时代人一直艰苦而耐心的工作态度，却很快就被忽略了。19世纪初期是历史被浪漫化的时期。一些神话因为具有寓意而被制造出来，比如那只反复织网的蜘蛛，据说它鼓舞了罗伯特·布鲁斯（Robert Bruce，1274—1329）反抗英格兰入侵者。新编的牛顿故事还有：他的狗"钻石"打翻燃烧的蜡烛，造成灾难烧掉了他第二本巨著，他心不在焉，拿未婚妻的手指去压实烟斗。只有苹果的故事成了一直流传的神话。

"没有上帝"的谬见

现代科学家往往认为，牛顿是至高无上的启蒙运动的理性主义者。他是世界上第一位伟大的物理学家，扑灭了人们对《圣经》的迷信，代之以客观的真理。可事实上，他笃信宗教，一生致力于解释上帝的两大作品：《圣经》和自然之书。

牛顿对牛顿主义的解释是，上帝在宇宙中无处不在，不断插手宇宙的福祉。1713年，在《数学原理》首版25年之后，第二版问世了。牛顿添加了几页“综合注释”，概述了上帝和上帝所创造的宇宙之间的关系。牛顿写道，上帝“是永恒的、无限的，全能又无所不知……他永远存在，无处不在。因此，他就是时间和空间”。[注]牛顿可能对归功于他的言论震惊不已，即原子的表现不被神的旨意所影响，而是遵循必然的自然法则。18世纪末，自称为法国牛顿的皮埃尔–西蒙·拉普拉斯（Pierre-Simon Laplace，1749—1827）首先阐述了这一概念。他说，假设可以知道每个原子在任一时刻的位置及其运动的速度，就可以（假如事实不行，可以从理论上）在未来任何一个时间点知道该原子的位置。这位“法国牛顿”也有则杜撰的故事。“请问，在您的物理学里，上帝位于什么位置？”据说拿破仑·波拿巴（Napoleon Bonaparte，1769—1821）这样发问过。拉普拉斯回答：“陛下，我无须那种假设。”牛顿本人也曾回避这种假设，不过对他而言，上帝不是假设，上帝是真实的。

虽然牛顿是科学理性在国际上的知名领袖，但他只是一名自然哲学家，这个头衔并不意味着他就是科学家。对自然哲学家而言，研究大自然的全部意义在于更深入地了解上帝和其建筑师的神圣角色。这些大自然的学生没有用科学反驳《圣经》，而是将实验和理论与《圣经》统一起来，来验证实验验证理论的正确性。牛顿以《圣经》为指导，草拟了所罗门王圣殿的计划，相信圣殿的规模反映了宇宙的规模。他把七色彩虹的发现留给未来，不是因为他比前人的算数好，而是因为他相信，宇宙的维度应遵循有着八度音阶的音乐和谐性。牛顿遵循毕达哥拉斯（Pythagoras，前571—前495）的数学准则，想找到一

种数理比例，让上帝的创造在整体上融洽而完美。他在综合注释里这样写道："因此和上帝息息相关；从事物的表象去谈上帝，当然属于自然哲学。"注

牛顿以一个多世纪以来的创新为基础，终将这两个截然相反的方法合二为一，体现在他伟大的《自然哲学的数学原理》（*The Mathematical Principles of Natural Philosophy*）这本书上。自然哲学家找寻着对世界如何运作的根本解释，而数学家专注于建立描述性的模型，模型并不一定等于现实，但模型是有用的。自然哲学家问事物为什么是这样；数学家想知道具体的时间、地点、程度和频率。牛顿让万有引力有了简单的数学关系——平方反比定律，他强调，自然现象可以定量解释，这是方法上的根本性转变，对现代科学来说至关重要，但这种方式没有抹去上帝的存在。

科学家还包括史学家用牛顿著作为佐证，写了一本又一本书，说明牛顿非常熟悉神学、先知预言、数字命理学、炼金术，以及很多现在认为和科学无关的学科。即便如此，还是有许多的科学家坚信，是牛顿把上帝赶出了宇宙。这种盲目的任性符合他们自己的利益，他们说在通往真理的道路上，科学也难免有它的过去。这种扭曲的历史观认为，科学是为了探索终极实在才华丽登场，所谓终极实在的基础是理性，而不是对不可证存在的无根据的信仰。强化科学知识的无可辩驳的正确性，会让人形成科学业者天生优秀的印象。

天才的果实

虽然两则有关牛顿故事的类型不同，但都和所谓的天才有关，这个有多重含义的词随着漫长的变迁发生了意变。在牛顿的青年时期，天才最常见的意思是上帝赋予的与生俱来的才能或者天资。因此，比

如说，牛顿是特别的数学天才，而女人可能是刺绣或歌唱的天才。渐渐地，天才的标签趋向于去形容某个人，但是在19世纪初期才出现了科学天才的这种富于浪漫气息的概念。在此之前，“科学天才”似乎是自相矛盾的说法：一篇伟大的诗作或交响乐全是在天才（没有女性天才）的头脑中形成，而科学思想家可以解释逻辑形成的每一步。

牛顿还在世的时候，他和诗人亚历山大·波普（Alexander Pope，1688—1744）经常作为文艺复兴时期伟大的英国象征同时出现。实验研究作为能为英国带去荣誉和利益的重要活动，在牛顿的影响之下，开始与文学创作不相上下；牛顿的地位在上升，意味着教皇的地位在下降。1727年牛顿逝世时，波普为他写了两句诗，希望能把它刻在牛顿的墓碑上（但没成功）：

自然和自然的法则隐没在黑暗中。

上帝说，让牛顿出现吧！一切都亮起来了。(注)

像《圣经》对创世的记载一样，教皇颂扬牛顿是科学的英雄，是基督般的人物，被上帝派来照亮地球上无知和迷信的黑暗。在苹果故事中，由困惑到知识的突然转变被一再重申，只是这一次，灵感在牛顿成年后才降临，但是苹果是偶然掉落还是神的设计仍然不清楚。

在19世纪，科学与宗教在表面上是分开的，上帝从牛顿理论中消失了，天才接管了曾经隶属于神的文化意涵和功能。游客依然蜂拥而至，惊叹伍尔索普的那棵枯朽的苹果树，好像它是圣洁的神龛，又或者满怀尊敬地站在剑桥大学三一学院教堂门厅里的牛顿雕像前。牛顿的苹果成了一个标志，类似于丹尼尔的狮子或者亚历山大的圣凯瑟琳的车轮，英国皇家学会还保留了牛顿的几缕头发，好像那是圣物。毋庸置疑，牛顿是极为聪明的，但把他歌颂成天才科学家，不啻把他当成神去崇拜。

“没有上帝”的谬见与苹果树神话一样，始终把握着主动局面，虽然已有证据表明它是假的。在维多利亚时代，当技术科学逐渐强大之后，达尔文主义对许多以目的为导向的进化模型构成了威胁：因为达尔文的理论认为，人类的出现是源自偶然的变异和自然选择，背离了上帝的设计（见神话11）。一些科学家和神职人员发现，宣称科学与宗教是天然的对手很有利，因为这两个群体虽因此割地而治，但在社会中仍然拥有较高的地位。今天，这种说法成了社会科学家对抗神创论的武器，为他们取得了新的领地。讽刺的是，在今天，一些拿着科学武器的武装分子教条主义、蛊惑人心，他们的声讨猛烈，简直和宗教激进主义者一样（见神话13和24）。

---

1. （十分感谢主编邀请我参与此书，并对我的稿件提出许多意见。还要感谢Steven Snobelen的宝贵意见。）

   Steven Weinberg, “On God, Christianity and Islam,” *Times Literary Supplement* (17 January 2007); Johnjoe McFadden, “Survivalof the Wisest,” *Guardian*, 30 June 2008.

2. Patricia Fara, *Newton: The Meaning of Genius* (London: Macmillan, 2002), 192.

3. William Stukeley, *Memoirs of Sir Isaac Newton’s Life* (London: Taylor and Francis, 1936; originally published in 1752), 20.

4. Isaac Newton, *PhilosophiæNaturalis Principia Mathematica*(London, 1687).

5. Jean-Baptiste Biot, “Newton,” trans. Howard Elphinstone, in *Livesof Eminent Persons* (London: Baldwin and Cradock, 1833).

6. Isaac Newton, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*,trans. Andrew Motte, 2 vols. (London, 1729), 2:390-391.

7. Ibid., 2:391-392. This is the 1726 version; in 1713, he wrote “Experimental Philosophy.”

8. Joseph Warton and Others, eds., *The Works of Alexander Pope*, 9vols. (London: Richard Priestley, 1822), 2:379.

II
19世纪

神话7

维勒在1828年合成尿素，粉碎了活力论，有机化学从此诞生

彼得·J. 拉姆伯（Peter J. Ramberg）

维勒的尿素合成具有重要的历史意义，因为这是首次从无机反应物制造出有机化合物。这一发现违背了当时被称为活力论的主流理论，即有机物质拥有生命固有的特殊力量或活力。因此，有机化合物和无机化合物之间存在着明显的界限。

——维基百科（Wikipedia），《维勒尿素合成》（*Wöhler Synthesis*）（2014）

19世纪初期，许多科学家认为，从活物中获得的化合物拥有特殊的“活力”，这是无机化合物所缺乏的。这一理念——所谓的活力论——规定，不向内注入活力就不可能将无机化合物转化为有机物。1828年活力论遭到了严重打击，德国化学家弗里德里希·维勒（Friedrich Wöhler）将氰酸铵（一种已知的无机盐）转化成了尿素，一种在尿中发现的有机化合物。

在随后的几十年间，人们又发现了其他的例证，活力论的概念逐渐被否定了。活力论的垮台打破了有机化合物和无机化合物原有的界限。

——戴维·克莱因（David Klein），《有机化学》（*Organic Chemistry*）（2012）注

1828年，维勒（1800—1882）发表了一篇短文，文中记载了他从氰酸铵意外合成了尿素的事。合成物尿素的出现完全是意外，因为根据理论预测，氰酸和氨应产生一种盐的化合物。尿素不是盐，并不具备氰酸盐应有的任何性质。[注]维勒在文章中一再指出这一人工合成物的新奇之处，而他和他的导师，著名的瑞典化学家永斯·贝采里乌斯（Jöns Jakob Berzelius，1779—1848）完全没有料到一种盐能生成一种非盐，也没料到氰酸铵和尿素由相同的元素构成。如文章的引语所示，维勒和贝采里乌斯没有评价该合成物对活力论的影响，但在随后的几十年间，化学家把维勒的实验视为“划时代”的发现，标志着活力论的消亡和有机化学作为化学分支学科的诞生。这则神话非常长久，因为通过对现代有机化学教材的调查，90%的教材都提到了这则维勒神话，虽然内容略有差异。[注]

这则尿素神话可以直接浓缩成三个部分：维勒从元素合成了尿素；合成物在定律不变的情况下统一了有机化学和无机化学；尿素合成摧毁或至少削弱了生物体中有一种“活力”的想法。但是，如史学家广为记载的那样，这三个部分都有些问题：第一，维勒的尿素合成当时不被认为是人工合成，因为原料中也许有残存的“活力”；第二，早在合成尿素出现以前，化学家的实验操作就采纳了贝采里乌斯的假设，即有机化学物和无机化学物应遵循一样的化学合成定律；第三，“活力”不是单独的理论，它是关于生命本质的一套看法，并且在维勒尿素合成后继续存在于化学和生物领域。

无机原料?

在维勒合成尿素之后的一个多世纪里，化学家和史学家都认为，这一合成实际上是“用元素”进行的，因此完全属于人工合成。1944年，化学家兼史学家道格拉斯·麦凯（Douglas McKie，1896—1967）

声称，维勒的尿素合成永远不会敲响活力论的“丧钟”，因为他的原料其实来自有机物，正因为如此，他没有直接用元素制造尿素。麦凯表示，认为维勒将活力论赶出了有机化学的人，是轻信。据他说，首次用元素进行的全合成是赫尔曼·科尔比（Hermann Kolbe，1818—1885）实现的，他在1845年成功地用煤合成了醋酸。㊟在20世纪60年代中期以前，维勒是否实现了“全”合成还是史学家和化学家争论不休的话题，但到了1970年，人们清楚了，无论维勒是不是直接“用元素”合成的尿素，那都非常难以实现。㊟对“人工”合成这个定义的不确定性不代表对这个神话的否认，但也没有提供什么正面支持。

统一了化学？

在19世纪的头几十年里，化学家尚不清楚有机化合物的性质，也不知道它们能否通过人工合成。然而，这种不确定性并不代表化学家没办法研究作为化学物质的有机化合物所遵循的化学合成规律。安托万·拉瓦锡（Antoine Lavoisier，1743—1794）在18世纪80年代时证明了从生命体中分离出来的化合物主要包含碳、氢、氧三种元素。在这个时期，新发现的电流现象和由约翰·道尔顿（John Dalton，1766—1844）新提出的原子学说极大地影响着化学。这两项发现使贝采里乌斯建立起电化二元论，即带有正电荷和负电荷的无机化合物通过静电的吸引作用结合在了一起。贝采里乌斯的理论可以很好地适用于无机化合物领域，因为无机化合物有多种不同元素的大量简单组合，所以人们认为，是成分本身使化合物具备了化学特性。但这种理论框架似乎并不适用于有机化合物。因为碳、氢、氧可以形成很多种不同的化合物，单看成分无法解释各种化合物的特性。

尽管有这些难题，化学家基本同意有机化合物和无机化合物遵循的化合作用规律不变。米歇尔·欧仁·谢弗勒尔（Michel Eugène

Chevreul，1786—1889）从1810年到1820年间深入研究了天然脂肪和天然油脂的化学特性。[注]谢弗勒尔将动物脂肪分离成不同的化合物，并确定其成分是固定的，各种脂肪都是由甘油和三个分子量较大的脂肪酸结合而成。在当时备受推崇的谢弗勒尔发现，脂肪和无机化合物类似，遵循化学分析系统，且遵循固定的化合作用规律。[注]

还是在这十年间，贝采里乌斯成为道尔顿原子论的卫士，以其可计算原子的化合比例来巩固原子论。贝采里乌斯长期认为，有机化学和无机化学都应遵循一样的化合定律，所以他在1814年明确地投向了有机化学的怀抱，他这样说：

> 很明显，在无机物内存在固定的比例，说明有机物内也有固定的比例；但鉴于有机物的成分从本质上不同于无机物，所以在将定律应用于这两类物质时，显然需要必要的修改。[注]

为了证明有机化合物的化合定律不变，贝采里乌斯研究技术方法来确定碳、氧、氢原子在纯有机化合物中的比例，他发现，每种化合物的元素比例是固定的。因此他得出结论，有机化合物可以用原子论来解释，有机化合物和无机化合物一样具有固定的、可计量的成分。[注]

贝采里乌斯在《关于化学比例理论的论文》（*Essay on the Theory of Chemical Proportions*，1819）——这篇详尽的、有影响力的书中说，有机化合物中元素的化合比例比无机化合物更为复杂。[注]贝采里乌斯认为可以比照无机化学去理解有机化合物的构成，所以电化二元论定律也应适用于有机化合物。[注]因此，有机化合物合成的主要障碍不是不了解另外一种聚合有机化合物的化学力，而是分子中原子“排列”的复杂性。

活力论的消亡?

在这则神话的众多版本中，活力论是一种假定的理论，假设存在一种神秘的、非物质的实体，它存在于生物体中，而无机系统中没有，这就是“理性的灵魂”，负责维持生物体内已知的复杂系统。这是活力论的一种解释，是18世纪早期格奥尔格·恩斯特·斯塔尔（Georg Ernst Stahl，1659—1734）的看法。但斯塔尔的活力论是对生命本质的一个极端看法。另一个极端看法十足的唯物主义，它视生物体为仅由物理和化学定律支配的复杂机器。这种彻底的“反活力论”环境在18世纪中期已然形成，著名代表是朱利安·奥弗雷·拉·美特利（Julien Offray de La Mettrie，1709—1751）的《人是机器》（*Man a Machine*，1748）。㊟

其他的自然哲学家提出过不同的活力论概念。比如，阿尔布莱克·冯·哈勒（Albrecht von Haller，1708—1777）和泽维尔·比沙（Xavier Bichat，1771—1802）认为活力论不是对外在的非物质实体的论述。他们认为生物体拥有某些力，类似于牛顿的万有引力，有其自身的特点，可以加以研究，但其最终的本质未知。而约翰·弗里德里希·布卢门巴赫（Johann Friedrich Blumenbach，1752—1840）和约翰·克里斯蒂安·莱伊尔（Johann Christian Keil，1759—1813）也有自己的一套活力论——“活力唯物主义”，即认为活力并非独立的实体，而是来自生物的化学成分和物理成分之间复杂的相互作用。㊟尽管生命系统受到化学定律和物理定律的双重控制，但是它们绝不仅是零部件的总和。这些事例说明，活力论不是一种综合理论，而是关于生物系统的各种理论。

贝采里乌斯本人在1806年就已形成了一种活力论，并收录到他1827年的有机化学教材的章节里；之后他就从没有大幅修改过该理论。㊟同样，尤斯图斯·冯·李比希（Justus von Liebig，1803—1873）

在《动物化学》（*Animal Chemistry*，1842）中把活力描述为特定物质所具有的一种特性。当该物质的基本粒子以某种排列或形式结合在一起的时候，这种特性就会比较明显。[注]这种力类似于重力和电力，源于生命系统的复杂性。由于单个化合物的合成对组织系统的活力论几乎没有影响，所以，维勒和贝采里乌斯在往来信件中没有探讨尿素合成对活力论的影响，早期的有机化学教材里也没有维勒和尿素合成，这样就不足为奇了。[注]

活力论在生物学家之间时兴时衰。19世纪90年代，汉斯·德里舒（Hans Driesch，1867—1941）认为有一种叫作“活力”（entelechy）的显性的非物质因素，可以调节生命体的生长发育；20世纪20年代，诺贝尔奖获得者汉斯·斯佩曼（Hans Spemann，1869—1941）提出了一种复杂而全面的胚胎发育理论，与他同时代的人通常误以为它是活力论。[注]“突生结构”和“自我组织”等现代概念，除了解释生物系统、生命的起源、智能，还解释了经济体系、星系的形成等各种现象，其本身正是活力唯物主义的翻版。[注]

就算化学家在制造有机化合物的路上越来越成功，有机化合物与无机化合物之间的差别也并未彻底消除。1848年，路易·巴斯德（Louis Pasteur，1822—1895）认为，酒石酸的分子有左手性对称和右手性对称两种形式，因此可知，许多从生物体分离出来的化合物只是其中的一种形式。尝试人为地创造他们会有两种结果，没有偏好。巴斯德在1860年有一场著名的讲座名为“论天然有机物的不对称”，他认为不对称也许是目前唯一能清晰划分无机化学和有机化学的界线。[注]巴斯德说，不对称分子只能通过“不对称力”形成，由于他深信酒精发酵是来自活力的作用而非化学作用，他后来还试图否定自然发生说（见神话15），这两点和他的“不对称力”观点密切相关。[注]

1898年，英国化学家弗朗西斯·杰普（Frances Japp，1848—1928）明确指出，分子级别的不对称需要非物质诱因：

> 从生命一出现，一种指令性的力就开始作用，它让这位聪明的操作者可以按照自己的意愿选择结晶对应结构体，拒绝其不对称的异构体。[注]

1894年，埃米尔·费雪（Emil Fischer，1852—1919）对发酵和酶的作用明确提出一种化学的、机械的解释，他认为生物不对称性的来源是酶中的不对称现象，它和不对称分子就像锁和钥匙的关系。杰普巧妙地反驳费雪说，纵然这个机械论的解释是对的，但还是没有解释不对称的起源。的确，分子不对称的起源在今天仍是未解的谜题。

不消失的原因

维勒神话像其他神话一样，丝毫没有消失的迹象，这是因为它有几个明确的目的。对有机化学家而言，这个神话塑造了一个英雄的形象，这位英雄完成了一个日期有案可查的重要任务。在维勒去世之后也就是1882年开始，神话开始广泛传播，部分原因是为了验证有机化学具有了学科的理论自主性，不必再借用生物学或物理学的概念；部分是因为德国化学家希望强大的德国化学界（合成在德国化学界中处于核心地位）“起源”自他们自己的国家。[注]对于生物学家来说，在生理学家采用严格的机械论方法及化学或物理学的定量方法，剥开生物学“伪科学”的一面（如活力论）以使其“更科学化”的过程中，活力论被过分简化的神话形象起了不错的陪衬。[注]

---

1. *Wikipedia*, s.v. “Wöhler Synthesis,” accessed August 28, 2014, http://en.wikipedia.org/wiki/Wöhler_synthesis; David Klein, *Organic Chemistry* (New York: Wiley, 2012), 2.

2. Friedrich Wöhler, “Ueber Künstliche Bildung des Harnstoffs,” *Annalender Physik und Chemie*88 (1828): 253-56.

3. Peter J. Ramberg, “The Death of Vitalism and the Birth of Organic Chemistry: Wöhler’s Urea Synthesis in Textbooks of Organic Chemistry,” *Ambix*47 (2000): 170-195.

4. Douglas McKie, “Wöhler’s Synthetic Urea and the Rejection of Vitalism: A Chemical Legend,” *Nature* 153 (1944): 608-610, on 608.

5. J. H. Brooke, “Wöhler’s Urea, and Its Vital Force: A Verdict fromthe Chemists,” *Ambix*15 (1968): 84-114.

6. Michel EugèneChevreul, *A Chemical Study of Oils and Fats ofAnimal Origin,* trans. Gary R. List and Jaime Wisniak (Urbana, IL: AOCSPress, 2009).

7. Albert B. Costa, *Michel EugèneChevreul, Pioneer of Organic Chemistry* (Madison: Wisconsin State Historical Society, 1962).

8. JönsJakob Berzelius, “Experiments to Determine the Definite Proportionsin Which the Elements of Organic Nature Are Combined,” *Annalsof Philosophy* 4 (1814): 323-331, on 323.

9. John Hedley Brooke, “Berzelius, the Dualistic Hypothesis, and theRise of Organic Chemistry,” in *Enlightenment Science in the RomanticEra: The Chemistry of Berzelius and Its Cultural Setting,* ed. Evan Melhadoand Tore Frangsmyer (Cambridge: Cambridge University Press,1992), 180-221.

10. Ibid., 188.

11. John Hedley Brooke, “Organic Synthesis and the Unification of Chemistry: A Reappraisal,” *British Journal for the History of Science* 5(1971): 363-392.

12. Julien Offray de La Mettrie, *L’Homme Machine* (Leyden: Elie Luzac, 1748).

13. Timothy Lenoir, *The Strategy of Life: Teleology and Mechanicsin Nineteenth-Century German History of Biology* (Chicago: Universityof Chicago Press, 1982).

14. Alan J. Rocke, “Berzelius’ Animal Chemistry: From Physiologyto Organic Chemistry (1805-1814),” in Melhado and Frangsmyer,*Enlightenment Science*, 107-131; Bent SørenJørgensen, “More on Berzeliusand the Vital Force,” *Journal of Chemical Education* 42 (1965):394-396.

15. Justus von Liebig, *Animal Chemistry; or, Organic Chemistry inIts Application to Physiology and Pathology* (Cambridge, MA: JohnOwen, 1842), 209.

16. Timothy Lipman, “Wöhler’s Preparation of Urea and the Fate ofVitalism,” *Journal of Chemical Education* 41 (1964): 452-458.

17. Garland Allen, “Mechanism, Vitalism and Organicism in Late Nineteenth and Twentieth-Century Biology: The Importance of Historical Context,” *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 36 (2005): 261-283.

18. Scott Gilbert and Sahotra Sarkar, “Embracing Complexity: Organici-smfor the 21st Century,” *Developmental Dynamics* 219 (2000):1-9.

19. Quoted in John Farley and Gerald Geison, “Science, Politicsand Spontaneous Generation in Nineteenth-Century France: ThePasteur-Pouchet Debate,” *Bulletin of the History of Medicine* 48(1974): 161-198, on 177.

20. Ibid.

21. Quoted in Paolo Palladino, “Stereochemistry and the Nature ofLife: Mechanist, Vitalist, and Evolutionary Perspectives,” *Isis* 81 (1990):44-67, on 52.

22. The nationalistic origins of the myth help explain why Chevreul’ sstudy of animal and vegetable fats, or Marcelin Berthelot’s (1827-1897)total syntheses — nearly all done directly from the elements — have beenconsidered as only “paving the way” for, or substantiating, Wöhler’s urea synthesis. See Ramberg, “Death of Vitalism.”

23. Allen, “Mechanism, Vitalism and Organicism.”

神话8

佩利对达尔文版的生物起源存在科学质疑

亚当·R. 夏皮罗（Adam R. Shapiro）

［威廉·佩利（William Paley）的］《自然神学》（*Natural Theology*），又名《从自然表象中得来的、证明神之存在及神之属性的证据》（*Evidences of the Existence and Attributes of the Deity Collected from the Appearances of Nature*），发表于1802年，是对“设计论”最著名的阐述，也是最具影响力的有神论之一。我极为欣赏《自然神学》，因为作者在他的时代成功地做到了我现在拼命想做的事……他唯一搞错的——那诚然是个大错——就是他的解释。他对这个神话的答案很传统，比起前人，他的表述更清晰也更叫人信服。但真正的解释与之全然不同，直到史上最具革命性的思想家之一达尔文出现，它才得以大白天下。

——理查德·道金斯（Richard Dawkins），《盲眼钟表匠》（*The Blind Wachmaker*）（1986）

事实上，在达尔文以前，无论是在哲学界还是自然科学界，认为世界是经过设计的观点很平常。但这个还相当缺乏合理性，或许因为当时没有其他观点与之竞争。达尔文之前的设计论势力在19世纪英国圣公会牧师威廉·佩利的笔下达到顶峰。作为上帝热忱的仆人，佩利记录了许多的科学成就，但讽刺的是，他在进行驳论时好高骛远，结果弄巧成拙。

——迈克尔·比希（Michael Behe），《达尔文的黑匣子》（*Darwin's Black Box*）（1996）注

理查德·道金斯和倡导“智能设计论”的迈克尔·比希虽各执己见，但显然在进化论上看法一致。这两位甚至对威廉·佩利是18世纪还是19世纪的人，也有歧义。但是他们对历史有一点共识，即查尔斯·达尔文的《物种起源》（*the Origin of Species*，1859）驳斥了佩利的《自然神学》。他们一致同意，佩利试图解释我们在自然界中所见的复杂结构之成因，如眼、耳、肺、翅膀及其他器官，它们像手表可以报时一样都有其设计目的。解释生物成因的必要性让佩利确信，神必然存在，一位智能的设计者；直到达尔文发表理论认为是自然选择形成了进化，佩利的观点才受到了严峻挑战。

“达尔文否认佩利对复杂生命成因的解释”这个神话传说，存在几个不同层面的错误。佩利不是在谈论生物的起源，他的论点无关科学，而是和神学相关。达尔文发现佩利的看法不能使人信服时，他没有打算加以否定。事实是，几个和达尔文同时代的人发现，自然选择理论和自然神学的观点没有冲突，而佩利的观点和自然神学差不多。一直到21世纪，当有人提出新综合进化论与佩利的理论精神相背时，人们这才开始辩称早就反驳过设计论了。

佩利在《自然神学》的开篇中说，假如我在荒野中遇到一块石头，“我可能这样回答，因为我知道的所有事物，都永远有和我认知相反的那一面，所以，那石头一直就在那里”。这里的“一直”不是指一开始；而是永恒，无始无终。佩利写《自然神学》的时候，天文学家和地质学家郑重地考虑提出永恒宇宙的概念，即宇宙在时间上没有起止点；这也是几个世纪以来基督教神学的争论之一。佩利接着说，假如我们发现的是一块手表而不是石头，我们又会有什么反应，但这不代表无尽的永恒的宇宙就不存在。手表最初怎么到那里的并不要紧。要紧的是，在他注视手表的那一瞬间，手表就是某个目的存在的证明。

哪怕手表是由发条驱动而不是重力（像沙漏、单摆式机械钟、重锤式机械钟），从形式上来说，手表部件的构成与重力驱策星球的运转没什么两样——也就是说，手表衡量时间。佩利说，就像是，一个负责自然法则，另一个将世上的物质客体整合起来。你瞧！那些物质客体（眼、耳、肺）似乎已经准备好利用、适应自然法则（光学、声学、压力）。物质客体用自己的自然法则适应世界，这个事实让佩利以为，所有一切的背后有一位智慧的设计者。(注)

物质客体最初如何形成并不是这个观点的基础。佩利请读者想象出一块手表，它作为自身机械性能的组成部分，又去组装出一块跟自己一样的手表。因此我们知道，面前的这块表由之前那块组装而成，之前那块又从另一块而来（还是想象一个永恒存在的世界）。他的观点没变；他检查手表想知道它是哪个目的的证据，不过问它最初是怎么形成的。(注)

佩利相信世界有开端，但是他并不想觉得这是理所当然的。因此，他给自己的认识里加上了一位世界的设计者，所以就连永恒的宇宙也可以说得通了。他绝不只是想简单地表明设计者的存在，这很重要。他打算研究神学：回答"某种存在可以创造出一个有目的性的世界"这种宗教问题。因为自然法则到处可以适用，且作用方式一致，所以他断定宇宙只有一位设计者，并且无处不在：那就是上帝。因为（他认为）宇宙中没有不必要的苦难，享乐意味着享乐会终结，所以他断定这位设计者是有益的。又因为世界上有上帝存在的证据，人类能够通过研究大自然、运用理性思维搜寻证据，他断定上帝想要所有人理解他，在人们收到上帝的启示、《圣经》，或者别的隐秘的途径。(注)

有的事情大自然无法解释，有的现象在自然过程中不能独立发生，你可以以此证明神的存在。佩利担心，这样的证据会使人们对个人信息产生兴趣，同时，因为对上帝的启示或《圣经》的不同解读而

引发的宗教冲突可能借此被合理化。佩利认为大自然是神学的起点，因为他认为，基于对观察大自然得来的公共信息是形成共识的最大希望。[注]

对佩利而言，自然界证明了最理想的社会是保守社会，人类遵循天赐的自然天性，社会整体在知识分子、劳动者、统治者、工匠、士兵之间达到最佳平衡。当人们无视这些自然天性（佩利认为这些天性多来自遗传），神的实用体系——这个给整体社会带来最大利益的体系——就会瓦解。佩利觉得法国大革命就是这样。[注]

对佩利而言，大自然是上帝对道德的例证。不止器官，整个生态系统都要平衡，苦难才会最低限度发生。佩利拿大自然——人与动物的结构、器官，以及不同物种之间的关联——宣传上帝和上帝的道德法则。佩利不是科学工作者，不仅仅是因为用“科学”二字形容大自然不合时宜。他运用自然史和自然哲学，不是为了得出我们今天称之为“科学”的结论，而是为了实现宗教主张。他没有祈求上帝解释自然，相反，他祈求大自然去解释上帝。《自然神学》是一部真正的神学著作。[注]

19世纪30年代，佩利的论点发生了改变。在1836年出版的注释版中，两位编辑亨利·布鲁厄姆（Henry Brougham）和查尔斯·贝尔（Charles Bell）给第一段添加了脚注，最新的地质学发现表明，推断中一直都在那里的石头不是真的，因为石头也是在某个时间形成的。这个脚注虽然也有新的地质知识，但它破坏了佩利的神学观点：设计者和起源无关。随着太阳系的形成、地质构造等新理论出现，永恒的宇宙淡出了19世纪30年代读者的视线。对他们来说，真正的问题不是世界是否有开端，而是从那开端以后，世界是否（或如何）发生了改变。[注]

这就是物种起源的切入点。地球上的生命随着时间发生变化，这个问题非查尔斯·达尔文首创。佩利在1802年写道，他在思考引进新物种的两个重要理论。第一个是布丰伯爵乔治–路易·勒克莱伊尔的理论（Georges-Louis Leclerc, Comte de Buffon，1707—1788），世界充满了具有创造力的粒子，叫有机分子，天生就会管理物质和生成新生命。因为不主张渐进式的出现，所以布丰的理论并不具有真正的进化意义，不过该理论认为新物种在世界创立后的某个时间点出现。佩利所说的另一个理论是由伊拉斯谟·达尔文（Erasmus Darwin，1731—1802）提出的，伊拉斯谟·达尔文是查尔斯·达尔文的祖父，他的一生为了新的成长和新的难题不断顽强抗争。佩利说，这才是真正的进化论，是“好几代人不断努力之后”出现的新形式。(注)

佩利坚决不认可布丰。他认为布丰的理论不对，又是无神论，他说没有证据表明新物种的出现是自然而然的，另外，布丰假设自然界用其内在的力量创造出新物种，这点也没有证据支持。佩利说：“（在1802年）几乎没有证据能证明曾经发生过进化，不过这种变化的发生也并非完全不可能。”“我要称之为无神论的计划，”他这样写道，因为“它们的原始习性和不计其数的品种……从计划本身来看，都出自一位智慧的、会设计的造物主的授职和任命。”伊拉斯谟·达尔文不同于布丰，他没有假设世上存在创造性的力量。成长、遗传等生命的自然过程在世代中逐渐累积，引发新的变化。不过，佩利并不赞同伊拉斯谟·达尔文的看法：逐步进化“消灭了终极原因”。虽然佩利不拥护进化论，但他也不认为物种是特别的创造。这是因为他的设计者观点关注目的性而非起源。佩利并不认为，进化和他的论点相矛盾（只要目的论还有一席之地）。(注)

查尔斯·达尔文假设有这样一种体系，体系里的物种随着时间的推移产生进化，不是因为它们有什么与生俱来的创造力，而是因为那些更适应环境要求的物种能更好地生存和繁衍。自然选择不会消除目的性；它能增加适应性（但永远不会实现完全适应）。达尔文表示，在

能为生物带来整体利益这个方面，自然选择和佩利的实用说有些类似。实际上，《物种起源》中提到过一次佩利，不是对他观点的否定，而是肯定：㊟

> 自然选择永远不会形成弊大于利的身体结构，这是因为自然选择只会源于优势且有益于优势的存续。佩利认为，器官的形成绝不是要给器官的主人带去痛苦和伤害。如果个体的好坏达到平衡，个体有益于整体。㊟

虽然达尔文说他最终发现佩利的宗教性结论难以接受，但是他从不认为，提出进化论就得否定佩利关于生命起源的科学观。一直到20世纪，达尔文主义新综合理论出现，他们意图直接抹掉一切和生物目的、生物进程相关的讨论，佩利才以具有前达尔文生物学思想的漫画人物被复活。1925年发生斯科普斯的“猴子审判”时，佩利几乎完全被忽略。在审判中，与进化论的宗教对立表现在与《圣经》冲突，不是和自然神学冲突。史学家和评论家在1959年《物种起源》百年的时候，把佩利拿出来跟达尔文对比，这种方式之前没有。到了20世纪80年代，对佩利和达尔文关系的记载（如道金斯所述）使《自然神学》看似是一部科学著作，而不是宗教著作。㊟

---

1. Richard Dawkins, *The Blind Watchmaker* (Harlow, Essex: Longman Scientific and Technical, 1986), 5; Michael Behe, *Darwin'sBlack Box* (New York: Free Press, 1996), 211.
2. On an eternal universe, see Brian Stock, “Science, Technology, and Economic Progress in the Early Middle Ages,” in *Science in the Middle Ages*, ed. David Lindberg (Chicago: University of Chicago Press, 1976),42-43; William Paley, *Natural Theology; or, Evidences of the Existenceand Attributes of the Deity Collected from the Appearances of Nature* (London: R. Faulder 1802), 1.
3. Paley, *Natural Theology*, 9.
4. Ibid., 437-586; Adam R. Shapiro, “William Paley's Lost ‘Intelligent Design,’ ” *History and Philosophy of the Life Sciences* 31 (2009): 55-78.

5. Paley, *Natural Theology*, 9. The themes of toleration and natura-lreligion are emphasized in A Friend of Religious Liberty [William Paley], *ADefence of the Considerations on the Propriety of Requiring aSubscription to Articles of Faith, in Reply to a Late Answer from theClarendon Press* (London: J. Wilkie, 1774); and William Paley, “DivineBenevolence,” in *Principles of Moral and Political Philosophy* (London:R. Faulder, 1785).

6. Neal C. Gillespie, “Divine Design and the Industrial Revolution: William Paley’s Abortive Reform of Natural Theology,” *Isis* 81 (1990):214-229; Wilson Smith, “William Paley’s Theological Utilitarianism inAmerica,” *William and Mary Quarterly* 11 (1954): 402-424; KevinGilmartin, “In the Theater of Counterrevolution: Loyalist Associationand Conservative Opinion in the 1790s,” *Journal of British Studies* 41(2002): 291-328.

7. Paley, *Moral and Political Philosophy.* Natural evidence for morallaws is also evident in Paley, *Reasons for Contentment, Addressed to the Labouring Part of the British Public* (Carlisle: F. Jollie, 1792).

8. Henry Lord Brougham and Sir Charles Bell, *Paley’s Natural Theologywith Illustrative Notes* (London: Charles Knight, 1836), 1-2.

9. Paley, *Natural Theology*, 463; Paul L. Farber, “Buffon and theConcept of Species,” *Journal of the History of Biology* 5 (1972): 259-284; James R. Moore, *The Post-Darwinian Controversies: A Study ofthe Protestant Struggle to Come to Terms with Darwin in Great Britainand America, 1870-1900* (Cambridge: Cambridge University Press,1979), 310-311. See also Myths 10-14 in this volume.

10. Paley, *Natural Theology,* 464-465.

11. James G. Lennox, “Darwin *Was* a Teleologist,” *Biology and Philosophy*8 (1993): 409-421.

12. Charles Darwin, *On the Origin of Species; or, the Preservation ofFavoured Races in the Struggle for Life* (London: John Murray, 1859), 201.

13. Adam R. Shapiro, “Darwin’s Foil: The Evolving Uses of William Paley’s Natural Theology, 1802-2005,” *Studies in History and Philosophyof Biological and Biomedical Sciences* 45 (2014): 114-123.

神话9

19世纪的地质学家被分成灾变论和均变论两大对立阵营

朱莉·纽厄尔（Julie Newell）

根据我们的作者［查尔斯·莱伊尔（Charles Lyell）］与其他地质学家的看法，我们可以断言，一切地质观测到的事实和世界历史属于同一类。接下来的问题摆在面前：地质现象的范围和环境与所收集的证据是否相符？引领我们从一种地质状态走向另一种地质状态的变化，其长期平均的强度统一吗？变化是由充满突发状况和灾难的纪元（在相对平静的时期之间）构成的吗？

这两种看法在将来的一段时间会把地质世界划成两个派别，也许会被命名为均变论和灾变论。

——威廉·惠威尔，评《地质学原理》（*Principles of Geology*）（1832）

人生来要么是灾变论者，要么就是均变论者。可以把人划分为两类：一种人有想象力，他们相信各式各样的危机在迫近——物质的、社会的、政治的；另一种人拥有现实的灵魂。有人穷其一生建造挪亚方舟，为小雨而绸缪，也有些人不看气象甚至没有雨伞。这种基本的分化在灾变论者和均变论者这两个地质学的历史派别中表露无遗。

——克拉伦斯·金（Clarence King），《灾变论和进化》（*Catastrophism and Evolution*）（1877）[注]

地质学是一门历史的科学，作为这样一门学科，它多侧重于准确、详细地记载过去。了解历史依靠对证据的探索，找出可以作数的证据，明白证据之间是怎样互相补充以再现历史。为发展地质科学，地质学家必须界定出有效的方法。这包括在不同环境下的大量观测，以及如何解读观测结果的漫长论证。有良好的教育背景和经验丰富的人会因此形成热烈而详尽的论证。论证的参与者往往被分为两大对立阵营，对他们的描述不是过度简化就是经过歪曲。

18世纪晚期维尔纳学派（Wernerian）和赫顿学派（Huttonian）之间的纷争就是早期的一例。据说，维尔纳学派赞同亚伯拉罕·戈特洛布·维尔纳（Abraham Gottlob Werner，1749—1817）的观点，认为地球的岩石层是海洋沉淀而成的。据说，赫顿学派赞同詹姆斯·赫顿（James Hutton，1726—1797）的观点，认为地热在形成地球岩石层时起到了主要作用。赫顿和维尔纳对大量内容给出了非常详细看法，不止水和火这么简单。许多被贴上“赫顿学派”或“维尔纳学派”标签的人更关注理论的实用性，而不只是关注形成岩石层的理论体系。

赫顿的观点并不是因为他自己的著作而被众人所知，他的著作只印了极有限的几本，篇幅冗长、晦涩难懂。[注]约翰·普莱费尔（John Playfair，1748—1819）的《例证地球之火成学说》（*Illustrations of the Huttonian Theory of the Earth*，1802）将赫顿的思想更好地介绍给了读者。普莱费尔提到另外一组构成对比的名词：

> 它和现在的目的不一样，不是为了开始捏造矿物界现象的历史。要注意，根据地球起源是水是火，这种捏造通常被划归为两大类；为了保持一致，近来的追随者就被冠以“火成派”和“水成派”两个有趣的名字。相比较而言，赫顿更属于火成派，虽然严格说来，他不该归为任何一派，因为在他的体系中，火和水都起作用。[注]

在现实中，谁都不属于某一派。人类几乎不能完美地进行非此即彼的分类，特别是在涉及观点的时候。

赫顿有三个核心概念对后来的地质学思想影响深远：

现实论：必须以目前可观测到的方法（即确实的原因）解释地质变化。

渐进论：必须限定地质解释，不仅限定当前所观测的力的种类（现实主义），还要限定被观测的力的有效比率。

时间：现实论和渐进论都需要大量的时间解释可观测到的地质数据。

在莱伊尔（1797—1875）所著的地质史上著名的出版物《地质学原理》（*Principles of Geology*）中，上述思想是核心。现实论和渐进论这两个概念就在1831年版的第一卷标题里：地质学原理，解释从前的地表变化，以仍在起作用的原因作为参考。莱伊尔坚信，以今天从全世界范围内都可以观测到的同类地质作用，一定可以解释过去的地质变化，例如水的侵蚀现象和沉积现象、火山爆发等。他相信，这些力与今天观测到的强度一样，都要经过漫长的时间才能产生所看到的效果。莱伊尔用修辞手段将现实论和渐进论融入一个完整的概念中。注

莱伊尔同时期的地质学家兼牧师威廉·丹尼尔·科尼比尔（William Daniel Conybeare，1787—1857），在回顾第一卷《地质学原理》时这样评论道，“我想，真正的哲学家不会怀疑，地质现象的物理成因都是一样的，不管其作用的程度和强度怎么调整，只是在不同条件下，它们在不同阶段起作用”。大体上，科尼比尔认为，不会有地质学家不同意莱伊尔对地质起因的主张，不过多数地质学家相信，既有的起因在不同的条件下产生不同的作用。不能在过去未知的条件下猜测会发生

什么，这不是正确的科学。于是，他将合理的现实论原理和猜测性的渐进原理合二为一。㊟

哲学家兼科学史学家惠威尔在1832年评论莱伊尔的《地质学原则》第二卷时，第一次引入地质学家另一种非此即彼的分类：均变论和灾变论。这种分类自此得以延用，但它既没有清晰的定义，应用得也不谨慎。惠威尔和科尼比尔一样坚信，地质在过去发生变化的比率是区别莱伊尔的均变论和其他多数地质学家的关键。㊟

如本篇引言中所述，惠威尔认为多数地质学家是“灾变论者”，他们主张导致地质变化的因素在地球史的不同时期形成的速度不同。莱伊尔认为，认可不同的现象具有风险性，这不是科学。而其他人（包括惠威尔、科尼比尔）认为，莱伊尔不认可力的速率随时间可变才有风险性，所以不是科学。不过所谓的灾变论者和均变论者在许多其他重要的问题上看法一致，甚至会赞扬彼此的工作。㊟

均变说等于莱伊尔和“科学”，灾变说等于反莱伊尔的信仰，两者都过分简化且歪曲了莱伊尔这位科学评论家的思想和论点。莱伊尔的对手形成的地质史观，是由莱伊尔本人亲自奠定的基础，这在莱伊尔的《地质学原理》第一卷占有大量篇幅。“灾变论者”，这个由惠威尔命名的术语，是两部分人的混合体：其一，否定莱伊尔渐进论的地质学家；其二，用《圣经》的权威性和超自然诠释地质观测的作家。前者是得到认可的科学家，许多人既相信上帝又有科学的态度，比如科尼比尔；后者主要为大量主流的读者服务，他们相信上帝但不相信科学。他们的分歧不在于科学与宗教对立，分歧在于是否接受用超自然的信息和起因进行地质解释。㊟

很多人知道并读过莱伊尔的《地质学原理》。该书文笔生动，例证恰当，再版多次，定价也不贵。市面上之所以总能看到《地质学原理》，而且书的内容紧贴时代，是因为莱伊尔放弃了律师的职业，主

要依靠售书所得谋生。《地质学原理》有过12个英版，至少1个美版（1842年版）。达尔文也受到了莱伊尔思想的部分影响，这让《地质学原理》的名声大振，影响力随之提升。注

美国地质学家和英国地质学家一样，阅读、思辨、有选择性地接受莱伊尔的重要思想。在当时首屈一指的美国地质学家中，信仰上帝的人很普遍，包括本杰明·西利曼（Benjamin Silliman，1779—1864）、爱德华·希契科克（Edward Hitchcock，1793—1864）、詹姆士·德怀特·达纳（James Dwight Dana，1813—1895）。他们对上帝的信仰让许多美国读者更加为他们的科学工作着迷，并且无损于工作的公正性。他们的著作完全是科学与宗教冲突的对立面。注

在20世纪初，均变论开始指对真正科学的所谓实践，反对宗教对地球史解读的干预，以查尔斯·莱伊尔及《地质学原理》为代表。灾变论的地质学家则受到宗教和超自然力量的影响。直到21世纪初，“灾变”起因，如外星对地球的影响，冰川融化、超乎想象的大量洪水下泄，成了地球地质史中有了科学解释的自然力量。在越来越多的文学作品中，现代灾变论者成了重视证据的谨慎科学家，均变论者则被科学教条蒙蔽了双眼。注

自1832年惠威尔造出“均变论者”和“灾变论者”两个词，这两个术语和地质现象的理解几乎挂不上钩，也无关乎地质学家的思想；更多地被拿来区分好人和坏人。这两个词的定义始终不明确，用法也不如一。它们既不是地质学家有效自我划分的两大阵营，也无助于理解地质学史的分析类别。

---

1. （感谢Kostas Kampourakis、Ronald L. Numbers和NicolaasRupke对本文提出的宝贵意见。）

William Whewell, review of *Principles of Geology: Being an Attempt to Explain the Former Changes of the Earth's Surface, by Referenceto Causes Now in Operation*, vol. 2, by

Charles Lyell, *Quarterly Review* 47 (1832): 103-132, on 126; Clarence King, “Catastrophism and Evolution,” *American Naturalist* 11 (1877): 449-470, on 451-452.

2. George W. White, introduction and biographical notes to *Illustrations of the Huttonian Theory of the Earth,* by John Playfair (1802; repr.,New York: Dover Publications, 1964), v-xix, v-vi.

3. Playfair, *Illustrations,* 3.

4. Charles Lyell, *Principles of Geology: Being an Attempt to Explainthe Former Changes of the Earth’s Surface, by Reference to Causes Nowin Operation,* vol. 1 (London: John Murray, 1830). Volume 2 appearedin 1832; volume 3 in 1833. See also Martin J. S. Rudwick, “The Strategyof Lyell’s *Principles of Geology,*” *Isis* 61 (1970): 4-33; and Martin J. S.Rudwick, “Uniformity and Progression: Reflections on the Structureof Geological Theory in the Age of Lyell,” in *Perspectives in the Historyof Science and Technology,* ed. Duane H. D. Roller (Norman: Universityof Oklahoma, 1971), 209-228.

5. W[illiam] D[aniel] Conybeare, “Report on the Progress, ActualState, and Ulterior Prospects of Geological Science,” *Second Report ofthe British Association for the Advancement of Science* (1832): 365-414,on 406. See also [Adam] Sedgwick, “Address to the Geological Society, Delivered on the Evening of the 18th of February 1831,” *Proceedings ofthe Geological Society of London,* no. 20 (1831): 281-316.

6. Whewell, review of *Principles of Geology,* 126. For an Americanex-ample, see James Dwight Dana, “On the Analogies between theModern Igneous Rocks and the So-Called Primary Formations and the Metamorphic Changes Produced by Heat in the Associated Sedimentary Deposits,” *American Journal of Science* 45 (1843): 104-129, on 104.

7. Trevor Palmer, *Perilous Planet Earth: Catastrophes and Catastro-phism through the Ages* (Cambridge: Cambridge University Press, 2003), ch. 5.

8. Martin J. S. Rudwick, *Worlds before Adam: The Reconstruction ofGeohistory in the Age of Reform* (Chicago: University of Chicago Press, 2008), 291-292, 294, 563-564; Rudwick, “Strategy,” 9-10; M. J. S.Rudwick, “Lyell and the *Principles of Geology,*” in *Lyell: The Past Is theKey to the Present,* ed. D. J. Blundell and A. C. Scott, Special Publications,vol. 143, (London: Geological Society, 1998), 3-15, 7.

9. Michael Bartholomew, “The Singularity of Lyell,” *History of Science*17 (1979): 276-293; “Principles of Geology,” *American Journal of Science*42 (1842): 191-192.

10. “American Geologists and Their Geology: The Formation of the American Geological Community, 1780-1865 (PhD diss., University of Wisconsin-Madison, 1993), chs. 4, 6.

11. See, for instance, Derek Ager, *The New Catastrophism: The Importance of the Rare Event in Geological History* (Cambridge: Cambridge University Press, 1993); Nicolaas A. Rupke,

“Reclaiming Sciencefor Creationism,” in *Creationism in Europe*, ed. StefaanBlancke, HansHenrik Hjermitslev, and Peter C. Kjærgaard (Baltimore: Johns HopkinsUniversity Press, 2014), 242-249; and Palmer, *Perilous Planet Earth.*

神话10

达尔文反对以用进废退为基础的拉马克理论

小理查德·W. 伯克哈特（Richard W. Burkhardt Jr.）

著名生物学家让–巴蒂斯特·拉马克（Jean-Baptiste Lamarck）（1744—1829）所拥立的（与达尔文的自然选择说）相对的理论认为，进化来自获得性遗传。拉马克说，个体将自身获得的变化遗传给其后代，既有身体上的，也有行为上的……达尔文进化论与之相反，认为变化并非由经验而来，却是个体之间既有的遗传差异的结果。

——彼得·雷文（Peter H. Raven）和乔治·B. 约翰逊（George B. Johnson），《生物学》（*Biology*）（2002）㊟

生物学教科书在比较拉马克学说和达尔文学说时，通常会使读者相信：获得性遗传是拉马克学说的主要机制，达尔文对此予以否认并代之以自然选择。上段的引言就是例子，是该领域最佳的文章之一。

这类描述存在两个基本问题：第一，获得性遗传——用进废退的遗传作用——并不是拉马克生物机体变化学说的主要因素；第二，达尔文坚信用进废退的作用可以取得遗传，它“以一种重要的方式”辅助着自然选择说。㊟而且，对于从用进废退中获得的性状如何代代相传，拉马克从未给出过任何解释，但达尔文却在其“暂时性的泛生论假说”中给了说明。㊟最绝的是，达尔文在给自己的职业生涯画上句点

之前，颇为自信地说，他比别人观测到了更多的用进废退的遗传作用现象。注

我们先来看拉马克。在他的进化论体系中，功能遗传当然占有重要的一席之地，不过，其实拉马克提出的是双因素理论，功能遗传位居其次，并不是最重要的主导因素。功能遗传在拉马克对物种变化的看法中实属关键，但是他的生物机体变化理论内容更广泛。拉马克的辛勤付出因此得以体现。他为动物的不同生活形态之间的密切关系描绘概貌，并解释其成因。注

卡尔·林奈（Carl Linnaeus，1707—1778）把让人眼花缭乱的动物形态分成昆虫和蠕虫两大类，不能令人满意。拉马克身为巴黎自然历史博物馆的无脊椎动物学教授，自然试图重新分类。拉马克紧紧追随着植物学的领军人物裕苏（Antoine-Laurent de Jussieu，1748—1836）、动物学的领军人物乔治·居维叶（Georges Cuvier，1769—1832）的脚步，他明白，确定生命体彼此之间最大相似度（或是最小相似度）的最佳方法，是要衡量其内在器官而非其外在形态。因而他发现，对不同动物的器官系统加以区别，不仅可以辨别动物大类，还可以看出这些大类是个复杂性或升或降的序列，这取决于排列的起点是最简单还是最复杂的物种。到了1800年，他终于将七大类无脊椎动物——珊瑚虫、放射虫、蠕虫、昆虫、蛛形纲动物、甲壳纲动物、软体动物，与四大类脊椎动物——鱼类、爬虫类、鸟类、哺乳动物，区别开来。1815年，他开设了六种无脊椎动物课程。注

也是在1800年，拉马克开始告诉他的学生，生物有可突变性。他的初期教学多是物种范畴，但是他认为，大自然的开端是极为简单的生命形式，自此先后产生了其他一切生命，对此他也表达过更广泛的观点，只是没那么明确。在他对这一观点加以有说服力的阐述之后两年，他敦促学生：

> 从最简单的升至最复杂的；放手最不完美的微生物，提升等级转向系统和官能都最丰富的动物；保护好群体中的关系秩序。那么你就握有真正的线索，串联起大自然的一切作品，你会不带偏见地看清楚大自然前进的秩序，继而相信，正是大自然最简单的生命作品先后产生了其他一切生命。[注]

在之后的15年间，拉马克详细阐述了各种生命形式的形成。他主张，动物等级复杂性具有增加的趋势，这比竞争因素——阻止动物等级完全正规化的因素——更为重要。他在1809年的《动物哲学》（*Zoological Philosophy*）中写道："我们可以看到一切动物所处的现状，一方面动物来自不断增加的系统构成——往往会形成正规化的阶段，而另一方面它们又受到大量差别极大的环境的影响，这些环境往往在不断破坏那些不断增加的系统构成的阶段正规性。"[注]6年以后，他在《无脊椎动物自然史》（*The Natural History of the Invertebrates*）这本伟大专著的第一卷中谈起了动物多样性有"两个彼此颇具差异化的原因"。其中"第一个且主要的原因"——使动物生命有能力逐步使其结构复杂化；第二个原因来自各种环境要素的影响，与第一个原因无关。这个原因导致"系"与"系"之间存在差异，令种系上出现不那么简单的分支，使不同的器官系统中出现某种异常。[注]

拉马克认为，是所谓"生命的力量"导致复杂性增加，他用完全唯物主义的词语解释道，这种力量像液体在动物体内流动，塑造出通道、器官，经过漫长岁月渐渐令动物的结构趋于复杂。[注]按照他的说法，环境因素对生命体的影响比较间接。他进一步解释道，动物根据位置、温度、气候的变化形成新的习惯。在习惯形成的过程中，它们会不同程度地减少某些器官的使用。这又反过来重塑动物的官能和结构，使它们可以保护和繁衍自己这一代。[注]

拉马克假设，由液体对动物官能及结构形成的创造性重塑和用进废退产生的重塑被一代一代遗传下去。这与用进废退的遗传效应有关，他给出的特例自此以后就和他的名字紧密联系在了一起，如长脖子长前腿的长颈鹿，是为了能够着高树上的叶子而努力了几代的结果。这也是《动物哲学》中那“两条法则”的重点，并且总是被认为是他的全部理论：

> 第一法则：每一种还处于形成期的动物，其任何器官若经过较频繁、较持续地使用，就会逐渐成形、发达，使之具有与其使用时效成正比的能力；反之，若该器官不持续使用，则在不知不觉间就会虚弱、退化，逐渐丧失官能，最终消失不见。
>
> 第二法则：动物种群由于长期受到环境因素的影响，自然会致使其个体有得有失，因此，如果这种获得性的改变对雌雄动物、对新生的个体都是一样的，由于某器官的经常使用或久旷不用，那么它就得以遗传，在下一代新生的个体中存续。㊟

显然，拉马克并没有将获得性遗传据为己有。关于获得性遗传如何能一代代传下去，他觉得没有必要收集相关证据或是用实验证明，也没必要进行大胆的假设。1815年，他承认，这个自然法则真实、惹人注目，还有诸多事实加以证明，因此没有观测者不信服它的真实性。㊟

然而，认同功能遗传在拉马克时期是众所周知的观点，并不等于拉马克不是这一观点的原创。别的相信功能遗传的作家通常并不相信它能一直延续下去，甚至能产生新物种。㊟承认该法则的重要性，以及其对动物具有惊人多样性之缘由的启发性，才是拉马克的独创之处和重点。他说，自己对这项成就深感满足，胜过建立起“纲、目、许多属及大量的种”。这种成绩，他说，别的动物学家把这种事当作唯一的研究对象。㊟

我们再来看看达尔文。如前所述，达尔文深信获得性遗传，尽管他同样深信，自然选择说是器官发生变化的要因。在1859年《物种起源》的首版中，他说：“我认为，无须质疑，家畜之‘用’令某些部分加强及增大，而‘废’将其削弱；这种改进得以继承。”[注]比如他指出，家养的鸭子比野鸭的翅膀小，但是腿骨大，显然由于比野鸭飞得少而走得多。同样，许多家养动物耳朵下垂，与其野生同类竖直的耳朵形成对比，似乎因为“无须警觉危险的动物，就不用耳朵上的肌肉了”。与之相仿，达尔文把某些穴居动物的眼盲归咎于“完全不使用”双眼，他表示，鼹鼠和其他穴居啮齿动物退化的眼睛正是说明“自然选择让功能的废弃发生作用”。[注]

达尔文认为不必将功能遗传认作是拉马克的观点，这就格外有趣了。拉马克曾呼吁用功能废弃的获得性遗传解释家养的鸭子为何不能像野鸭一样飞行，鼹鼠为何只有退化的眼睛，但是达尔文并没有引用他在这方面的说法。[注]

达尔文在整个职业生涯中都试图拉开自己与拉马克的距离。他认为，拉马克的进行论不够充分且总倾向于凭空增加复杂性。他还认为，拉马克的观点：动物需要或希望拥有新器官就可以拥有它们，是非常错误的（这和拉马克的看法并不一致，这是他写作时粗心大意而受的指责）。这可能是达尔文唯一一次明确地把功能遗传和拉马克的名字放在一起，他这样举例正是因为他相信功能遗传没用而自然选择有用。达尔文在写昆虫的特别本能和无性昆虫的结构时说：“生物群落中完全不育的成员之活动、习惯、意愿，绝不会影响有生育能力成员的构造和本能——它们独自生育后代。”他继续写道：“没人推进无性昆虫这一和拉马克知名学说相悖的范例，使我颇为惊讶。”[注]

这表示，达尔文认为功能遗传是确实存在的现象。他1868年的著作《动物和植物在家养下的变异》（*The Variation of Animals and Plants under Domestication*）的目的之一是为了解释“任何部分长期使

用或长期不用，身体或是观念有所改变，其结果都能被遗传”。他认为“不会有比这更费解的问题了”，并高兴得觉得自己找到了解决办法。他在泛生说这一临时性假说中做出假设，身体细胞分离出遗传粒子“微芽”（gemmules），通过复制遗传给后代。他提出，身体细胞由于使用或不使用产生改变时，会随之产生改变了的微芽。注

1872年，《物种起源》的第六版，达尔文把自然选择表述为生物机体改变的主要成因，不过他又把“使用部分和不使用部分的遗传作用”单独列出，作为形成自然选择的“重要形式”，相对于其他（至少在适应方面）“不重要的形式”。他同时抱怨说，曲解他的人说他“认为只有自然选择有物种改变”，而忽视了自己关于用进废退的重要表达。他带着出版著作中鲜有的怒气说道：“能始终失实也真是了不起；但是科学史表明，所幸这种了不起不会持久。”注

本节和本书一样，证明了达尔文这句话的前半部分说得没错，但是后半部分就过于乐观了。尽管史学家努力揭开常见的神话，但许多关于科学史的神话依然存续。其中就包括用进废退的遗传作用是拉马克进化论的主要机制，而达尔文对其予以否定的说法。注虽然我们已将这些神话的谬误展示清楚，但却不认为这就是终结。

---

1. Peter H. Raven and George B. Johnson, *Biology*, 6th ed.(Boston: McGraw-Hill, 2002), 422.

2. Charles Darwin, *On the Origin of Species by Means of Natural Selection*, 6th ed. (London: John Murray, 1872), 421.

3. Charles Darwin, *The Variation of Animals and Plants under Domestication*,2 vols. (London: John Murray, 1868), 2:ch. 27.

4. Darwin, *Origin*, 176; Charles Darwin, “Sir Wyville Thomson and Natural Selection,” *Nature* 23 (November 1880): 32.

5. On Lamarck, see especially Richard W. Burkhardt Jr., *The Spirit of System: Lamarck and Evolutionary Biology* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1977); and Pietro Corsi,

The Age of Lamarck: Evolutionary Theories in France, 1790-1830 (Berkeley and Los Angeles: Universityof California Press, 1988).

6. Jean-Baptiste Lamarck, *Système des Animaux sans Vertèbres* (Paris:Déterville, 1801).

7. Jean-Baptiste Lamarck, *Recherchessurl'Organisation des Corps Vivans* (Paris: Maillard, 1802), 38.

8. Jean-Baptiste Lamarck, *Philosophie Zoologique,* 2 vols. (Paris: Dentu, 1809), 1:221.

9. Jean-Baptiste Lamarck, *Histoire Naturelle des Animaux sans Vertèbres,* 7 vols. (Paris: Déterville, 1815-1822), 1:132-133.

10. Burkhardt, *Spirit of System,* 151-157.

11. Lamarck, *Système des Animaux,* 13.

12. Lamarck, *PhilosophieZoologique,* 1:235.

13. Lamarck, *Histoire Naturelle,* 1:200.

14. Richard W. Burkhardt Jr., "Lamarck, Cuvier, and Darwin on Animal Behavior and Acquired Characters," in *Transformations of Lamarckism: From Subtle Fluids to Molecular Biology,* ed. Snait B. Gissisand Eva Jablonka (Cambridge MA: MIT Press, 2011), 33-44; Richard W.Burkhardt Jr., "Lamarck, Evolution, and the Inheritance of AcquiredCharacters," *Ge ne tics* 194 (2013): 793-805.

15. Lamarck, *Histoire Naturelle,* 1:191.

16. Charles Darwin, *On the Origin of Species by Means of Natural Selection* (London: John Murray, 1859), 134.

17. Darwin, *Origin* (1859), 11, 137.

18. Lamarck, *PhilosophieZoologique,* 1:241, 260.

19. Darwin, *Origin* (1859), 242.

20. Darwin, *Variation,* 2:395.

21. Darwin, *Origin,* 6th ed. (1872), 421.

22. For an instructive analysis of the multiple ways in which the term"Lamarckian" is commonly used (and misused), see Kostas Kampoura-kisand VassoZogza, "Students' Preconceptions about Evolution: How AccurateIs the Characterization as "Lamarckian" When Considering the Historyof Evolutionary Thought?" *Science & Education* 16 (2007): 393-422.

神话11

达尔文秘密研究进化论二十多年，各种担忧是他迟迟没有发表该理论的主因

罗伯特·J. 理查兹（Robert J. Richards）

达尔文绝不会让进化论思想与重要的科学家背道而驰——他是在二十年后被迫这样的。

——迈克尔·鲁斯（Michael Ruse），《定义达尔文》（*Defining Darwin*）（2009）

……本书的主题之一：（是）达尔文迟迟不出版的动机。他畏惧迫害，畏惧嘲弄，不仅因为进化论不受欢迎，还因为唯物主义支持者会遭到更为激烈的报复。

——霍华德·E. 格鲁伯（Howard E. Gruber），《达尔文论人》之序言（prefer to *Darwin on Man*）（1974）注

长久以来，有两个假设围绕着达尔文的《物种起源》。其一，他悄悄地用20多年时间研究进化论，他之所以这样是因为害怕。可是怕什么呢？有各种各样的害怕：害怕被拿来和他的祖父伊拉斯谟·达尔文和法国博物学家拉马克相提并论（见神话10），害怕被控为无神论、唯物主义、伪科学——装模作样的科学，尴尬的推测。其二，这种恐惧一直使他止步于出版相对论，他的伟大著作故而迟迟没有面世。

前些日子，我做了项调查，想知道学者对所谓的达尔文迟迟不出版《物种起源》这个说法的态度。(注)调查中问道“这个问题是否有意思”，毕竟学者们不想把时间浪费在微不足道的事情上，只愿回答真正有意思的提问。什么又是有意思的提问呢？触及重要人物的核心思想，当然就有意思，达尔文所谓的推迟出版正符合这个标准。另一个条件是学者群体的期望值。达尔文为进化论花费了大量的时间和精力：从他结束小猎犬号之旅（1836年）到《物种起源》出版（1859年），达尔文不断地记录着与进化论相关的笔记；他和许许多多的博物学家往来书信，他们或许能回答他对物种的疑惑；他研究棘手的难题；他进行了大量实验；他开始构思一本会令《物种起源》相形见绌的书，这本巨著更加宏伟却从未得以出版，《物种起源》只是它的纲要。所以，达尔文的推迟似乎就显得有意思了。

最后一个决定条件是学者是否认为该问题有意思，也就是说，别人已经开始处理的问题，后来的学者往往愿意接下去进行。自1959年达尔文学说百年庆之后，学者们才开始关注他迟迟不出版的事情，即便这种关注既分散又松散。比如，约翰·格林（John Greene，1917—2008）在《亚当之死》（*Death of Adam*，1959）中顺带说过，达尔文在提出他的“大胆假设”时极其谨慎，因为他曾经向友人约瑟夫·胡克（Joseph Hooker，1817—1911）表示，自己的理论就“像是承认犯下谋杀罪”。(注)J. W. 伯罗（J. W. Burrow，1935—2009）认为，1844年罗伯特·钱伯斯（Robert Chambers，1802—1871）在其匿名著作《自然创造史的痕迹》（*Vestiges of the Natural History of Creation*）中的进化观点非常之激进，达尔文的犹豫是因为怕被误解那是他的作品。伯罗竭力主张，怕被误认作其他进化论投机者的畏惧心理“困扰着达尔文，令他在宣布自己的观点时小心谨慎，收集证据时耐心十足”。(注)鲁斯（生于1940年）和伯罗看法一致：担心被误解为笨拙的外行“痕迹先生”，是他犹豫的原因。(注)霍华德·格鲁伯（Howard Gruber，1922—2005）总结了他所理解的达尔文的原始恐惧。他细读达尔文的笔记，将目光

集中在一些段落上。博物学家对达尔文学说的唯物主义作用较敏感的段落，格鲁伯认为传统的西方文明比进化论本身更具破坏性。[注]史蒂芬·杰·古尔德（Stephen Jay Gould，1941—2002）曾用一整篇文章讨论达尔文的推迟发表；他赞同格鲁伯的观点，正是畏惧唯物主义的指控让达尔文举步不前。[注]阿德里安·德斯蒙德（Adrian Desmond）和詹姆斯·摩尔（James Moore）在合著的《达尔文：一位备受折磨的进化论者的一生》（*Darwin: The Life of a Tormented Evolutionist*，1991）中说，这位年轻英国人的磨难植根于一种认知，即认为进化论的唯物主义把他和社会激进分子画上等号，足以让科学同行把谴责声暴降在他的头上。[注]甚至连《纽约客》也被这件事的名气打开了一道缺口。亚当·高普尼克（Adam Gopnik）关于达尔文成就的行文（2006）开篇：达尔文推迟发表进化论的事情如今几与哈姆雷特齐名，内文谈起大家普遍的看法，即达尔文乃是因为“惧怕受到有权有势者和顽固分子的攻击”才迟迟没有出版进化论的。[注]因此，从1959年直到21世纪初期，学者为达尔文所谓迟到了二十多年的理论出版找到了种种理由。

然而，真的是迟到吗？达尔文没有早早完成《物种起源》的假设意味着，他完成著作的路早已打开，却被缺乏决心——或一种无由来的恐惧——阻碍。我曾在一篇文章中说过一段老生常谈的话，人类的多数行为是由很多对个人有影响力的原因决定的。我认为，大多数原因表明这20年的间隔的确有些许分量，史学家的任务是恰当分配这些分量。不过，人们似乎忽视了一些重要的因素，即达尔文日益复杂的描述，他对大量重要问题的认识，必须解决它们，进化论才能取得成功。

在这些具有重大意义的问题中，其中一个便是群居昆虫现象：工蜂和工蚁的“惊人的直觉”——蜜蜂的正六角形蜂巢，某些种类的蚂蚁具有奴隶行为，群居昆虫的兵虫会自我牺牲。在19世纪40年代，达尔文开始颇为担心，自然选择显然无法解释这些物种的协作和利他行为，因为选择仅对行为特征的所有者而不是接受者产生好处。不过，

这还不是最严峻的难题。工蜂和工蚁不能生育，它们没有后代可以遗传它们有益的行为。达尔文在一份1848年的手稿中表示自己遭遇了“前所未有的最大困难”。㊟在《物种起源》中，他坦率地承认，他最初认为无性昆虫的本能问题对他的整个理论都是致命的。㊟他不会就这样放任这一难题不闻不问，因为这似乎显示出，只有神有智慧教会蜜蜂几何学。那么，这就出现了一个没有轻易结论的重大问题。到了1858年，达尔文才在完成《物种起源》书稿的阵痛中找到了答案。他终于确定，自然选择让整个蜂群或群族自由选择出了碰巧具备优势性状的昆虫群体。㊟

我发现，达尔文觉得他在推出进化论之前必须解决两大重要课题。第一，是性状分异（divergence）这一难题，19世纪50年代之前达尔文把它漏掉了：是什么导致端始种（incipient species）彼此产生性状差异，使不同的属产生更大的形态学差距？他说这“对我的理论而言是最为严重的异议”，他显然忘了自己还对血液中冰的主要来源有过疑惑。㊟因为解决了分异问题，他在书中加上了大概80页手稿。㊟

达尔文明白，受人尊敬的自然科学理论理应具备数学元素，于是他开始从数学角度证明物种的形成。他用12本大部头的植物类书籍，从统计学的角度分析大的种与小的种之间的数量对比（大的种即种类非常多的种，小的种即相对确定的种）；他还将大的属（即属内包括大量的种）和小的属进行了数量对比。这种计算似乎肯定了他在理论中对种的遗传模式的预测，也就是，大的属包括很多种，这说明种是从属的不同种类产生。约瑟夫·道尔顿·胡克建议不要把计算的细节放入《物种起源》，免得成了数学家垂涎的目标，于是达尔文仅写出结论，没有罗列数字。㊟正因此，他在植物数据上花费了大量的时间和精力，却保留了证据。

第二，除了解决花费大量时间的主要问题，达尔文还进行了一位优秀的博物学家理应进行的实验，以实证举证。他把种子浸在海水中

数周，以确定海岛植被的来源；他饲养品种珍奇的鸽子，然后杂交以揭示其后代的关系；他种了几块不同品种的草地，比较它们的竞争力优势；他解剖不同物种的胚胎，证明胚胎比成体形态之间的相似度更高。这一类实验，还有其他实验，全都很耗时，它们给达尔文的理论提供了证据基础，为达尔文赋予了实验者的权威性——他不只是一位被动的观察者。

这些还只是达尔文为使他的论点极为可信而必须越过的主要障碍，以及他觉得必要的实验。我们必须时刻记着，彼时他正在给出看法，用他的话说，那还是个“很长的看法”。[注] 1859年之前，他的其他主要著作大多是说明文。当达尔文终于对罗伊峡谷的“平行路”（the parallel roads of Glen Roy）（1839）之成因大着胆子提出相当复杂的想法时，却被路易斯·阿加西斯（Louis Agassiz，1807—1873）弄得焦头烂额。[注]阿加西斯后来说，这些苏格兰山脊的形成并非如达尔文所说是大海运动造成的，而是由于冰川湖泊后退形成。达尔文承认，自己关于罗伊峡谷的论证是“一场巨大的失败”，他为此而“羞愧”。[注]《物种起源》中复杂论点的形成当然需要时间，特别是当毁灭性的错误有可能就盘旋在它的上方。

2007年，约翰·范·维尔（John van Wyhe）认为，尽管在过去50年间，许多学者做出了郑重声明和假设，相信达尔文推迟发表进化论仅仅是一个神话传说，与相信他在1858年之前将其秘而不宣并无二致。[注]维尔的解释是，这些假设是因为学者毫无批判地接受了以前史学家的看法，而那些人没有接触过达尔文文集的所有笔记、手稿、信件。[注]维尔重点研究其中一种看法，即畏惧是达尔文不肯让人知道进化论的原因。他说，尚无证据显示，这位迟钝的英国人之所以没有发表进化论，并不是因为被精英们愤怒吓破了胆。

想要探寻任何一个人的思想，发现其作为或不作为的动机，相当困难，尤其在他故去已久之后。所以这件达尔文的谜案就有点难度

了。他倒是留下了旅行日志、文章、信件、手稿，线索颇为丰富。根据这些证据，我们可以不失利地这样推测：虽然我所说的两个假设属于神话的范畴，但我们也应谨记，毕竟总有一些真相与神话相随。

认为是畏惧使达尔文止步的看法自然就是虚构了。在那20年间，他除了处理大家族的事务，还在不停地研究理论、收集证据、解开面前的难题。德斯蒙德和摩尔在达尔文传记中把他塑造成一位饱受磨难的进化论者，他在挂毯后面瑟瑟发抖，畏惧革命者，畏惧高高在上的教会人士，畏惧自命不凡的人们——这不过是具有戏剧效果的神话罢了。不过，达尔文确实担心过对“早期天文学家的迫害”，他也确实表示自己“畏惧一切分类学科会有大规模的（极大恶意的）反对”。[注]他经常回顾进化论的实际作用。他当然清楚地知道，科学社会把他祖父伊拉斯谟·达尔文、拉马克和钱伯斯的进化思想都抨击得一文不值。[注]我们还记得，是莱伊尔推了达尔文一把，《物种起源》才开始创作。这些点点滴滴的迹象，尽管微细，都显示出是谨慎和克制让他用充分的时间完成进化论，让这个理论如战舰般坚不可摧。证据显示，达尔文不会被恐惧吓倒，而是审慎地确保理论之城可以抵御来自整个学术界的地震。

维尔认为，只有无视手稿的学者才会诉诸上述各种由头，编造出推迟发表进化论的故事。春风一缕，瞬间融化了这个看法。毕竟正是达尔文的笔记首先让格鲁伯看出达尔文对唯物主义的畏惧。大多数了解达尔文成就的真正的学者，对这些档案并非一无所知，档案中的迹象表明，合乎情理的不安延长了《物种起源》面世的时间也无可厚非。

1858年之前达尔文是否一直秘而不宣进化论？维尔认为，如格林（Green）、罗兰·艾斯（Loren Eiseley）、德斯蒙德、摩尔、彼得·J. 伯乐（Peter J. Bowler）、鲁斯、珍妮特·布朗（Janet Browne）、丽贝卡·斯托特（Rebecca Stott）、戴维·奎曼（David Quammen）等学者从未

说过达尔文曾把构思中的理论告诉过他的密友。只能说，这是维尔草率的判断。上述这些学者当然都知道达尔文在1844年告诉过胡克，说自己的理论和拉马克的理论有相似之处，“有点像承认一项谋杀罪行”。[注]大部分其他学者承认，达尔文把进化论告诉过他圈子里的人。比方说鲍勒（Bowlby）就列出过不少人：莱伊尔、约翰·亨斯洛（John Henslow，1796—1861）、乔治·沃特豪斯（George Waterhouse，1810—1888）、胡克、伦纳德·杰宁斯（Leonard Jenyns，1800—1893）、托马斯·沃拉斯顿（Thomas Wollaston，1822—1878）、阿萨·格雷（Asa Gray，1810—1888）。[注]本文引言中鲁斯的判断较为合理：惠威尔、欧文、塞奇威克这样的著名博物学家在1858年以前，华莱士和达尔文的联合论文发表于《林奈学会会议学报》（*Journal of the Proceedings of the Linnean Society*）的时候就提前知道了达尔文的理论。[注]所以，我们只留下了一个秘密，是达尔文也不能保守的秘密。

达尔文推迟发表进化论的假设和他将其工作秘而不宣的假设，都是神话、传说，但也有些真实性。这些传说的文字流传正好表明了达尔文进化论给当时的精神生活和道德生活带来了巨大影响。

---

1. Michael Ruse, *Defining Darwin* (Amherst, NY: Prometheus Books, 2009), 72; Howard Gruber, *Darwin on Man* (New York: Dutton,1974), xiv.

2. Robert J. Richards, “Why Darwin Delayed, or Interesting Problems and Models in the History of Science,” *Journal of the History of the BehavioralSciences* 19 (1983): 45-53.

3. John Greene, *The Death of Adam: Evolution and Its Impact on Western Thought* (Ames: Iowa State University Press, 1959), 260.

4. J. W. Burrow, introduction to *The Origin of Species by Means of Natural Selection; or, The Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*, by Charles Darwin (Baltimore: Penguin Books, 1968), 32.

5. Michael Ruse, *The Darwinian Revolution: Science Red in Toothand Claw* (Chicago: University of Chicago Press, 1979), 185.

6. Gruber, *Darwin on Man*, 202.
7. Stephen Jay Gould, *Ever Since Darwin* (New York: Norton, 1977), 21-27. The essay was first published in Gould's column "This View of Life," *Natural History Magazine* 83 (December 1974): 68.
8. Adrian Desmond and James Moore, *Darwin: The Life of a Tormented Evolutionist* (New York: Norton, 1994; originally published in1991), xviii.
9. Adam Gopnik, "Rewriting Nature: Charles Darwin, Natural Novelist," *New Yorker,* October 23, 2006, 52-59.
10. The manuscript is held in the Manuscript Room, Cambridge University Library, DAR 73.
11. Charles Darwin, *On the Origin of Species* (London: Murray,1859), 236.
12. See my *Darwin and the Emergence of Evolutionary Theories of Mind and Behavior* (Chicago: University of Chicago Press, 1987),142-152.
13. Charles Darwin, *The Autobiography of Charles Darwin, 1809-1882,* ed. Nora Barlow (New York: Norton, 1969), 120-121; Darwin,*Origin of Species,* 280.
14. See my "Darwin's Principle of Divergence: Why Fodor Was AlmostRight," in my *Was Hitler a Darwinian?* (Chicago: University of Chicago Press, 2013), 55-89.
15. Ibid., 61-65.
16. Darwin, *Origin,* 459.
17. Charles Darwin, "Observations on the Parallel Roads of GlenRoy," *Philosophical Transactions of the Royal Society of London,* pt. 1 (1839): 39-81.
18. Darwin, *Autobiography,* 84.
19. John van Wyhe, "Mind the Gap: Did Darwin Avoid PublishingHis Theory for Many Years?" *Notes and Records of the Royal Society*61 (2007): 177-205.
20. Ibid., 178.
21. Charles Darwin, *Notebook C* (MS 123 and 202), in *Charles Darwin's Notebooks, 1836-1844,* ed. Paul Barrett et al. (Ithaca, NY: Cornell University Press, 1987), 276, 302; brackets indicate Darwin'sinsertion.
22. Charles Darwin, *Notebook M* (MS 19 and 57), *Old and Useless Notes* (MS 37, 39, 49v), and *Notebook C* (MS 166), in *Charles Darwin's Notebooks,* 524, 532-33, 614, 616, 618, 291.
23. Charles Darwin to Joseph Hooker (11 January 1844), in *Correspondenceof Charles Darwin,* 22 volumes to date (Cambridge: Cambridge University Press, 1985), 3:2.
24. John Bowlby, *Charles Darwin: A New Life* (New York: Norton, 1990), 254-255, 323.

25. Charles Darwin and Alfred Wallace, “On the Tendency of Speciesto Form Varieties; and on the Perpetuation of Varieties and Species byNatural Means of Selection,” *Journal of the Proceedings of the LinneanSociety: Zoology* 3 (August 1858): 45-62.

神话12
华莱士和达尔文对进化论的解释其实是一回事

迈克尔·鲁斯（Michael Ruse）

华莱士独自创立的理论和达尔文进化论明显是一样的，即动物物种互相之间遵循自然选择的作用发生进化。

——乔治·莱德亚德·斯特宾斯（Georage Ledyard Stebbins），《生物的演化进程》（*Processes of Organic Evolution*）（1971）

在此简要地向你解释，我对“自然选择”的看法来自生存竞争，没有比这更为惊人的巧合了，而你却这样说。如果华莱士有我1842年所写的M.S. 纲要，他也给不出更短小精悍的概括；哪怕他的用词现在是我各章节的标题。

——达尔文给莱伊尔的信（1858年6月18日）[注]

我们从无可辩驳的事实开始说起吧。达尔文和华莱士都成了进化论者；他们都发现了自然选择，哪怕只是达尔文一个人用了这个词语，直到华莱士向他强调说赫伯特·斯宾塞（Herbert Spencer，1820—1903）用了另一个词“适者生存”；他们都视托马斯·罗伯特·马尔萨斯（Thomas Robert Malthus，1766—1834）为发现中的关键影响；他们都认为适应环境是进化历程/产物的重要组成部分。是啊，这两位独立做出了各自的发现。

达尔文和华莱士的名字被联系在一起，有个很好的理由。这场革命叫“达尔文革命”而不是“华莱士革命”，也有个很好的理由。除了达尔文的理论比华莱士早完成20年之外，从一开始（1842年的纲要），达尔文头脑中就有个完整的理论，从社会行为、古生物学、生物地理学、系统学、形态学、胚胎学等方面涵盖了华莱士所谓的“归纳符合”（consilience of inductions）。尽管华莱士打算在生物地理学等领域展开开创性的工作，但那是在后来才完成的。在达尔文和华莱士的著作首次发表时的19世纪50年代，还没到那一步。㊟

这表明我们都已清楚差异的存在，我得说，这些年以来，当我首次读华莱士1858年的论文（他发给达尔文的那篇），两者之间巨大的差异让我颇为震惊。对于反事实的历史，我没有与鲍勒（Peter Bowler）一般的热忱，我相信，在今天，对于进化论我们理应有些什么，而在今天我们已经有了——撇开别的不说，这是真的——可是只有华莱士没有达尔文的历史我觉得有点不同。先从这个事实谈起吧——华莱士可能连发表论文或让论文引起关注都有困难。㊟

达尔文与华莱士之间最显著的差异在于，家养和人工选择是达尔文理论的基础内容，这也是人们一致评论的，而华莱士的理论不仅没有包括这些部分，这也是人们一致评论的，他还花费了相当多的力气去割裂两者的联系。人们普遍认为，家养状态下的变异绝非永久性的，华莱士对此持认同的态度，因此他必须证明，这种变异和自然状态下的变异有差异。他也是这样做的，他说，家养变异，如短腿、肥胖，在野外环境总是有害的，所以不能永远持续。因此，家养变异以某种固有的方式和自然变异存在着不同。

在我的青年时代，我接受逻辑经验主义的传统教育方式，成了一名哲学家，我以前认为这一切就没什么大不了的。那时我还觉得，家养的世界并不是达尔文观点的重要组成——要谈就谈马尔萨斯和生存竞争——可以抛弃农家庭院和育种家俱乐部这类话题。达尔文和华莱

士又一次站到了一起。40年的科学史工作让我相信，这样不行。在《物种起源》中，家养的环境就如同胚胎学，酱汁之于幼鹅与酱汁之于母鹅和公鹅一样。

我们晓得达尔文缘何将家养的环境纳入其理论之内。[注]达尔文与他人不同，他在农村长大，知晓育种家在约半个世纪前做出过多伟大的贡献。他的叔父约西亚·威治伍德二世（Josiah Wedgwood II，1769—1843），也是他妻子爱玛（Emma，1808—1896）的父亲，是一位绅士的农民，具有丰富的人工选择经验。达尔文知道人工诱发的变异是何等有效。达尔文（当然是对比华莱士）在方法上也见多识广。人工选择使他弄懂了，自然选择背后经验主义层面的真实原因——这主要是达尔文的学术导师约翰·F. W. 赫歇尔（John F. W. Herschel，1792—1871）思索着合乎情理的需求。[注]人工选择是人的意志之力，使自然选择类似之力变得可信，我们能从中获得直观的感受（或是达尔文如此以为）。

今天，我打算将问题发散一些。人工选择的本质喻指设计。达尔文引用了育种家约翰·西布莱特（John Sebright，1767—1846）的话。你决定想要的动植物种类，便着手制造起来。同样，自然选择在告诉设计——具备适应性的生物之功能，自然神学家佩利拿它来证明上帝的存在（见神话8）。达尔文是否与神学也有关联（他较早期也以为这是证据，而后转做他想），我现在并不在意；我的好友罗伯特·J. 理查兹（Robert J. Richards）认为，它表示达尔文所谓生命力遍及大自然的新自然哲学（其实没有，理查兹想错了），对其正确性我也不感兴趣；古尔德认为这让达尔文的适应论过了头（并没有过），在此，我同样不予关心。我要强调的是，不能忽略其中的象征意涵——我确乎超越了逻辑经验主义！成就设计的选择，其象征意涵乃是达尔文理论的实质，与华莱士有着方式上的差别。

华莱士（在1858年的一篇论文中）承认适应论及其重要性，这确乎实情，后来（19世纪60年代），在达尔文的影响之下，他在研究蝴蝶和蛾的适应方面取得重要的进展；但在那篇论文中，我就是没看出来，他对设计的着迷达到达尔文在《物种起源》初期及以后同等的程度。华莱士认为，适应在通往成功之路上具有重要性，但始终未如达尔文一般，从设计去窥视生物的本质。若从求实者范畴考量，我也看不出，华莱士的思想中具有达尔文思想那样深刻的目的性。终极原因也是争议之所在。于华莱士而言，一只鸟比别的鸟飞得漂亮仅仅由于它的翅膀更有力——可悲的讽刺是，他所谓成功的典范竟是北欧候鸽——但于达尔文而言，更好的翅膀为飞得更快而存在。最终，当然——请理查兹们原谅——他们都是机械论者（这些都发生在华莱士成为唯心论者之前），但至少，达尔文拥有华莱士不具备的启发工具：不同于华莱士的、找寻适应性的方式。[注]

这就是家养环境的类比，文末我还会重返这一话题。现在，我要转向约30年前鲍勒的发现。[注]达尔文和华莱士都发现，个体之间存在马尔萨斯斗争。一只鸟比另一只鸟飞得快，故而逃离了捕食者的魔爪。达尔文认为这是基本。变异即始于此（我要说终结于此）。“因此，由于产出的个体数超出可能存活的个体数，故生存斗争必定无处不在，不是同种的此个体与彼个体之争，便是与异种的个体间做斗争，抑或与生活的环境条件做斗争。”[注]而华莱士则以为，个体斗争似乎更是群体内部的净化过程。若你是次等阶级，你就会遭到淘汰。变异是群体现象。此品种会比彼品种有优势。华莱士论文的标题即向读者标示：论品种之趋向无限背离原始物种。不止如此，某一品种同另一品种斗争且胜出，并不能引发变异——至少不直接；全凭环境的变化和新环境中某一品种优于其他品种。因此，假设你有某一物种的新品种，环境变化后，新品种之表现优于母系物种，母系物种渐被淘汰，以此产生变异。这与达尔文的记载差异极大，在他的图画中，变

异自然因环境的变化——例如新的捕食者——而发生，但也同样可在群体内部发生，比方当一种生命形式摄取的食物少过其他生命时。

因此，我以为，华莱士比积极的达尔文更为被动。于华莱士，你要等世界形成变化。而于达尔文，你可以自我改变。我不知道，这和达尔文接受获得性性状的遗传（所谓“拉马克学说”）以及华莱士的拒绝有无关联——另一个差别显然在此是由后代来判定华莱士的对与达尔文的错（见神话10）。更重要的，我认为这显然标志着，达尔文和华莱士之间始终存在的另一个区别。达尔文，这位实业家的后代，总是提起亚当·斯密（Adam Smith，1723—1790）的哲学——不会有人不求回报地为他人做任何事。“我们所期盼的晚餐不是来自屠夫、酿酒商或面包师的仁慈，那是他们出于自身利益的考量。”[注]以今天的语言来说，他曾经是一位个体自然选择论者。华莱士曾是一位群体自然选择论者，他少年时就听闻过空想社会主义者罗伯特·欧文（Robert Owen，1771—1858），他在晚年时期说过，欧文是他一生最重要的影响人之一。于达尔文，永远是一种生物对其他所有生物——即使这位达尔文–威治伍德家族的达尔文（他娶了自己的表姐，他姐姐也嫁给了威治伍德家族，在身体抱恙后达尔文一直居住在塘屋，与世隔绝）视家族为自己的一部分。于华莱士而言，一个群体永远是一个整体，一起承受外界的压力度过一生。值得指出，达尔文和华莱士渐渐明白了他们在这点上存在差异，他们在19世纪60年代对此加以全面探讨，却无法动摇彼此的立场。[注]

我将家养环境同个体或群体变异重点的差异结合起来。达尔文从开始就有一个次要的机制，性选择，他将之划分为雄性的争斗和雌性的选择（见神话4）。这观点显然来自家养的环境，其中存在对食物及其他有益属性的选择、对运动和游戏的选择，后者多具有这两种形式之一：好战或美丽的生物（均多是雄性）。上至《物种起源》也包括《物种起源》，性选择确实处在次要位置，但对达尔文却是无比重要。华莱士声称人类不可能是自然界造就的，达尔文为其变节大为惊

讶，但他认为华莱士在自然选择无从解释的多方面（如无毛征）具有正确性，于是达尔文转向性选择理论寻求支持，这机制便成了《人类的由来》（*The Descent of Man*，1871）的主题和工具。㊟

意料之中，华莱士1858年的论文与性选择理论毫无关联，尽管他也接受由于雄性争斗形成的性选择，却即刻否定因雌性选择而成的性选择，他称雄性之华丽、雌性之灰暗，与选择并无关系，一切都是保护色。雌性得要一动不动地孵蛋，幼体得避开被发现，所以它们相应地形成颜色的进化。㊟

无须多言，性选择是个体选择的典型。它仅在同种间产生，个体无疑不会为他人什么都做。这是典型的达尔文学说。我不知道，华莱士是否因为性选择的个人主义而拒绝接受这理论——他始终都接受雄性的争斗——但他没有那种想法，来自外界的压力让雌性外表灰暗的假设相当符合他对物种变异的构想。

达尔文与华莱士的理论当然没什么不同，但是，深入发掘之下，在两人理论的外壳里，并不如众人所设想般尽然一样。

---

1. George Ledyard Stebbins, *Processes of Organic Evolution* (Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1971), 8; C. R. Darwin to CharlesLyell, 18 June 1858, Darwin Correspondence Database, www.darwinproject.ac.uk/entry-2285.
2. Charles Darwin, *On the Origin of Species by Means of Natural Selection; or, The Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life* (London: John Murray, 1859); Charles Darwin and Alfred Russel Wallace, *Evolution by Natural Selection*, with a foreword by Gavin de Beer (Cambridge: Cambridge University Press, 1958). The latter book containsDarwin's early expositions of his theory and the Darwin-Wallace papers of 1858 presented at the Linnean Society.
3. Peter J. Bowler, *Darwin Deleted: Imagining a World without Darwin*(Chicago: University of Chicago Press, 2013).
4. Michael Ruse, *The Darwinian Revolution: Science Red in Tooth and Claw*, 2nd ed. (Chicago: University of Chicago Press, 1999).

5. John Frederick William Herschel, *Preliminary Discourse on the Study of Natural Philosophy* (London: Longman, Rees, Orme, Brown, and Green, 1830).

6. Michael Ruse, *Darwin and Design: Does Evolution Have a Purpose?* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 2003)

7. Peter J. Bowler, *Evolution: The History of an Idea* (Berkeley andLos Angeles: University of California Press, 1984).

8. Darwin, *Origin of Species,* 63.

9. Adam Smith, *The Glasgow Edition of the Works and Correspondence of Adam Smith,* ed. R. H. Campbell and A. S. Skinner (Oxford:Clarendon Press, 1976), 2A, 26-27.

10. Michael Ruse, “Charles Darwin and Group Selection,” *Annals ofScience* 37 (1980): 615-630.

11. Charles Darwin, *The Descent of Man, and Selection in Relationto Sex* (London: John Murray, 1871).

12. Alfred Russel Wallace, *Contributions to the Theory of Natural Selection* (London: Macmillan, 1870). Interestingly, Wallace later arguedthat there is — or will be — female choice among humans, as young womenmate only with the best young men. This strikes me as even more implausiblethan spiritualism. See Alfred Russel Wallace, *Studies: Scientificand Social* (London: Macmillan, 1900).

神话13

达尔文的自然选择学说从来都是“不二之选”

尼古拉斯·鲁克（Nicolaas Rupke）

查尔斯·达尔文在其开创先河的《物种起源》中，著名的最后一段将进化论之美表露无遗：“无数最美丽与最奇异的类型，即是从如此简单的开端演化而来，并依然在演化之中。”

——杰瑞·A. 柯因（Jerry A. Coyne），《为什么要相信达尔文》（*Why Evolution Is True*）（2009）

无穷无尽的最美、最妙的生命形式将我们包围，这实非偶然，而是经由自然选择而得的直接进化结果——这唯一的选择，是地球上最伟大的景象。

——理查德·道金斯，《地球上最伟大的表演：进化论的证据》（*The Greatest Show on Earth: The Evidence for Evolution*）（2009）注

2009年，这一年标志着达尔文的《物种起源》首版已面世150周年。在精彩纷呈的各类庆祝中，有两本揭示进化论的畅销书，作者分别是芝加哥大学的生物学家杰瑞·柯因（生于1949年）及牛津大学的公众理解科学教授理查德·道金斯（生于1941年）。两位作者互为对方著作写简介，彼此称赞欣赏，似在一同声称，达尔文的自然选择进化论是对“形态无尽美丽至极”唯一可行的解释——优秀的各种生命种类。

两位列举出许多进化论方面的证据以说明自然选择的效力。道金斯总结，达尔文的理论是“唯一的选择”。于达尔文而言，唯一严正的挑战来自相信智能设计论（intelligent design）的神创论者，而不是来自科学——或许他们是如此主张的。

这种说法既可疑又极不正确——它是一个神话——因为早在《物种起源》出版以前科学的方法业已存在，这方法并非证明自然选择作为演化变异的整体驱动力是无效的，它只是被降为一种影响着地球生命形式和种类起源的因素。本文的目的，较之从科学、哲学或神学层面谈起，更要从历史的角度看待这一话题。

达尔文论点的提出，替代《圣经》信仰的神创论，是有关物种起源的唯一一种科学理论，这一点并无新意。可以这样讲，拿摩西和达尔文对比，其实是达尔文自己开始的，当时，他正把进化思想的“简史”加进第四版《物种起源》中。“直至近来，”他这样写道，“绝大多数博物学家认为，物种不可改变，且是分别被创造而成的……再者，少数博物学家认为，物种经历过改造，既存的生命形式是曾经存在过的真正生命的后裔。”[注]不过，据说这些少数博物学家就是达尔文的先行者，但没有完美的证据；据一位崇拜者说，达尔文提出的“大量的综合证据，全是以往所知的，他提出的理论，在其先行者的一切假设中都有所勾勒——他的综合具有不可抗拒的诚实度和全面性，比如托马斯·亨利·赫胥黎（Thomas Henry Huxley，1825—1895）这样的人不得不说：先前没能发现，是多么愚蠢”。[注]

再重复一遍：进化论等于达尔文理论的说法是个神话，是始于达尔文本人，今由柯因、道金斯延续的神话，以历史叙事体记载进化生物学，它自定义为神创论的某种反面，而忽略掉结构（或形式）进化论——认为生命起源和多种生命形式主要源于物理化学及机械之力，而非自然选择，然则不可否认自然选择的影响力（见后详述）。[注]对达尔文的虚构基于如下叙述伎俩：遗忘、忽略、歪曲。最公然、最长

久的失实传言之一，是达尔文指控批评其结构的理查德·欧文（Richard Owen，1804—1892），说这位伦敦自然历史博物馆的创始人是位神创论者。[注]150年以后，道金斯依然重复这传言，尽管事实表明，历史学者早已恢复了欧文的进化论者身份，即便他拥护的不是达尔文进化论。[注]故此，也使人疑心达尔文理论的其余科学评论家所谓神创论者或是隐秘的神创论者身份了。[注]

允许我简要概述在《物种起源》结构主义传统出现前后的特征和一些伟大人物。假如生物多样性的缘起问题从本质上被视为与生命的缘起——自然发生论——相关联，那么打从一开始——18世纪晚期——物种起源的结构主义观点就比曾经或如今的达尔文理论都更为全面。[注]生命的缘起曾被认为是自然过程，是自然发生的，因物理环境和分子力的集合作用而产生。它将生命的进化史与地球的演化、太阳系、银河系、元素联系起来。这一宏伟假设的文学典范是亚历山大·冯·洪堡（Alexander von Humboldt，1769—1859）的《宇宙：万物之物理简述》（*Cosmos: A Sketch of a Physical Description of the Universe*，5卷，1845—1862），相对非专业与直白的演绎则来自钱伯斯的《自然创造史的痕迹》。他们认为，宇宙的历史是遵循自然法则的物质复杂化整合过程，生命和物种的起源——生命的进化——是由分子力驱动的过程，用今天的话说叫“分子进化”。欧文称形成力（the formative forces）为“核心趋势”（inner tendencies）。在欧文之后的一个世纪，诺贝尔奖得主埃尔温·薛定谔（Erwin Schrödinger，1887—1961）为量子力学开创了新局面，他在《生命是什么？活细胞的物理学观》（*What Is Life? The Physical Aspect of the Living Cell*，1943）中延续了类似的结构主义线索，而在今天，西蒙·康威·莫里斯（Simon Conway Morris）谈起了“深层结构”，基斯·贝尔特（Keith Bennett）写下了“长远看来，或许大幅进化多形成于由内部引发的基因改变，而非对环境变化的适应”。[注]

生物学的初期，公元1800年左右出现了“生物学”这个词，这门学科彼此已初具规模，许多人认为，包括智人在内的每个物种都源自自然形成的胚芽，物种都是本土物种（即它们是在发现地自然原生的物种）。全球不同区域的地理分布，加上化石记录中的突然复杂化现象，似乎就说得通了。[注]然而，在19世纪前50年间形成了一种共识，多数物种乃是在遗传的过程成形，不是因为微细改变的逐渐累积，而通常是突发巨大变化的结果，例证有右位心（心尖位于胸腔的右侧而非左侧）这样的先天性内脏逆位，或者突发的变性，如所知的世代交替（出现有性生殖和无性生殖交替时）。

晶体学被用来处理有机体的形态、规律、对称性，强调晶体与骨骼之间惊人的相似度（见后详述）。自19世纪初期至20世纪初期，经过一个世纪的研究，几位著名学者着重介绍了生命的数学可描述性，如卡尔·古斯塔夫·卡鲁斯（Carl Gustav Carus，1789—1869）、欧内斯特·海克尔（Ernst Haeckel，1834—1919）、达西·汤普森（D’Arcy Thompson，1860—1948）。汤普森在其简明扼要的《论生长与形式》（*On Growth and Form*，1917）中进行了阐述。[注]在适应环境条件时，较之不可预期的形式变化之客观存在性，生命形式的内在架构逻辑更加基本。驱动进程的分子属性说明，不止晶体，连生命形式也可被算术和几何把控——斐波纳契序列、黄金比例、晶体对称性——如植物叶序、硅藻和放射虫骨骼的潜在生物晶体属性，及许多对称性的实例，以植物尤为显著；对称性的实例来自病毒、DNA的螺旋结构、蕨类植物树叶的分形特征，更有埃迪卡拉纪的叶状形态类（Ediacaran rangeomorphs）的自相似性。生命的形式表达出结构逻辑，具有一定程度的可预测性。“趋同进化”的无穷实例表明，事关进化变异方向的模式和优先途径——或许有终点、有目标的定位，大部分内容一如莫里斯在《生命的解答》（*Life’s Solution*，2003）里所述。[注]

必须要问：达尔文理论特别作为进化论被固定下来的神话究竟如何而来？化身道金斯的达尔文，是如何变为进化生物学的校园一霸？

生物多样性可在多大程度上用结构论方式解释，自然选择的变种影响力又到了何种程度？本文不会展开详尽的科学讨论。但在此，我想从知识的地貌角度看看结构主义和达尔文理论，突出定位的重要。更为重要的是要理解达尔文理论战胜旧有的、更全面的结构主义观点——这一胜利发生于第二次世界大战之后——我们需暂时从科学本身后退一步，看看进化知识的地貌，看看达尔文理论从何处开始活跃，看看结构主义观点由何处成形。大卫·利文斯通（David Livingstone）近来在吉福德讲座中已展示了，在特定时候、不同地点，对达尔文的解读有多不同。注我想扩大这一争论的范围，我认为在不同地点自然本身的解读会有不同，它也会随着时空的敏感性而调适。有必要认识到，大体上，这两种生物进化观点是不同民族文化的产物。约翰·C. 格林（John C. Greene）前阵子说过：

> 19世纪前50年间，所有或几近所有提出一些自然选择思想的都是英国人，这很古怪。由于科学有国际属性，所以大自然只向大不列颠人透露她最难解的奥秘之一，似乎就怪了。但是就是如此。只有假设是英国的政治经济（基于市场中适者生存的理念）和英国人的好胜风气使英国人普遍惯于从竞争层面思索动植物乃至人类的理论化，似乎才能解释这个现象。注

过去半个世纪间的达尔文奖学金告诉我们，达尔文亏欠了英国的政治经济，特别是托马斯·马尔萨斯（Thomas Malthus，1766—1834）的《人口论》（*An Essay on the Principle of Population*，1789年至1826年印刷了六版）；此外它还强调，设计论的功能主义及佩利的《自然神学》对达尔文思想具有很大影响。达尔文的进化论是英国——更具体地说，是英语——文化的产物。注强调适应性的达尔文自然选择进化论连接起了马尔萨斯思想和佩利思想，尽管达尔文颠覆了佩利的设计论观点，但你可以认为，他的理论还是保留了部分英国功能主义偏见。如今，道金斯是这方面的延续，他拥护当代的智能设计论——其

在地理上和社会政治学上的腹地依然是英语系世界（即便其中存在差异）。

与之相对，结构主义主要存在于英国爱尔兰以外的欧洲大陆，具体地说，是德国。多数结构主义者是德国人；哥廷根的约翰·弗里德里希·布卢门巴赫（Johann Friedrich Blumenbach，1752—1840）和他的学生洛伦兹·奥肯（Lorenz Oken，1779—1851）、戈特弗里德·莱茵霍尔德·特里维兰纳斯（Gottfried Reinhold Treviranus，1776—1837），是几位早期有影响力的人物。或许，最著名的当属约翰·沃尔夫冈·冯·歌德（Johann Wolfgang von Goethe，1749—1832），他活跃于耶拿（Jena）和魏玛（Weimar）——新兴民族国家德国的文化中心，以及德累斯顿的博学家及歌德传记作家卡鲁斯（Carus），他著有结构主义的经典之作《论内骨骼和外骨骼的基本构成》（*Von den Ur-Theilen des Knochen-und Schalengerüste*，1828），该书在德国浪漫主义与理想主义哲学的大背景下提出生命形式的架构方法。在整个19世纪，耶拿都是形态学方法的温床，代表人物有卡尔·吉根宝（Karl Gegenbaur，1826—1903）和恩斯特·海克尔（Ernst Haeckel）。[注]

海克尔在1919年逝世，那时第一次世界大战刚刚结束，德国惨败。不过，在海克尔的一生中，德国人的生命进化方法论是进化形态学，对成长和形式的机制发生机理学颇感兴趣。不管怎样，德国于第二次世界大战中战败给结构主义进化论带来严重的损害。第三帝国时期，学术和政治理论家将德国浪漫主义和理想主义，尤其是歌德和冯·洪堡两位挪作他用。一本关于冯·洪堡的纳粹传记强调他亏欠了歌德理想主义，且两人皆为纳粹主义先驱的代表人物。[注]几位结构进化论者，如古生物学的奥地利创立人阿贝尔（Othenio Abel，1875—1946），是公开的反犹太分子，积极参与纳粹政治；以花序研究闻名的植物学家特洛尔（Wilhelm Troll，1897—1978），把传统的歌德理想主义形态学与政治接近性结合起来告诉给阿道夫·希特勒（Adolf

Hitler，1889—1945）。在整个第三帝国时期，达尔文理论被认为是“非德国的”。

第二次世界大战之后，满是被纳粹协作者和同情纳粹者的指纹玷污了的生物进化结构主义理论在那时被提出，客气一点说，并不合时宜。同样一批资深科学家，其中有图宾根大学的矿物学家和歌德学者沃尔夫·冯·恩哈特（Wolf von Engelhardt，1910—2008），曾谨慎地试图维持、恢复结构主义的传统，不过他们的成功有限，因为刊登其观点的学报没多久便不复存在了。另一位图宾根的人物，叫奥托·欣德沃尔夫（Otto Schindewolf，1896—1971），是位让人敬畏的“大陆派形式主义传统、内驱动突变进化论”拥护者，他不同于阿贝尔，在第三帝国时期不曾篡改过政治，也同样无法阻止年轻的古生物学家和生物史学家转投“英语系的人们从来偏爱的、不断适应外在变化环境的功能主义理论”的怀抱。[注]

第二次世界大战后的德国及同盟国，成为一名达尔文主义者成了所谓漂白的外衣、一张洗去纳粹泥污的通行证，摆脱近来的政治过往，加入取得胜利的同盟国的传统文化中。相反，英国的达尔文主义者彼时可以基于其德国内涵去诋毁结构主义思想。今天，道金斯瞧不起“基本解剖面线图”理念，其对应的德语词为“Baupläne”。[注]

最后，或许应再提出一点。达尔文进化论是“唯一的游戏”，这神话的成功或许部分因为自然选择的进化论从各种历史记载中获益颇丰，上至达尔文早期自己写的故事，下至恩斯特·迈尔（Ernst Mayr）的《生物学思想的发展史》（*The Growth of Biological Thought*，1982），[注]还有其他自1959年（《物种起源》百年纪念）“达尔文产业”投入使用以来、数以百计的文章书籍。进化生物学的形式主义传统从未得到过历史论述，它从来不是一门综论的学科；需要编成结构主义传统综述，以重新校准进化生物学的历史编纂学。[注]

1. Jerry A. Coyne, *Why Evolution Is True* (New York: Penguin, 2009), xvi; Richard Dawkins, *The Greatest Show on Earth: The Evidence for Evolution* (New York: Free Press, 2009), 426.
2. Charles Darwin, "An Historical Sketch on the Progress of Opinion on the Origin of Species Previously to the Publication of the First Edition of This Work," *The Origin of Species*, 4th ed. (London: John Murray,1866), xiii.
3. Bentley Glass, preface to *Forerunners of Darwin: 1745-1859*, ed. Bentley Glass, OwseiTemkin, and William L. Straus Jr. (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1959), vi.
4. The early twenty-first century is exhibiting a growth of interest inthe history of "deviations from Darwin." See, for example, Abigail Lustig ,Robert J. Richards, and Michael Ruse, eds., *Darwinian Heresies* (Cambridge:Cambridge University Press, 2004); George S. Levit, Kay Meister,and Uwe Hoßfeld, "Alternative Evolutionary Theories: A Historical Survey," *Journal of Bioeconomics*10 (2008): 71-96; Peter J. Bowler, *Darwin Deleted: Imagining a World without Darwin* (Chicago: Universityof Chicago Press, 2013).
5. Nicolaas Rupke, *Richard Owen: Biology without Darwin* (Chicago: University of Chicago Press, 2009), 161-165.
6. Dawkins, *Greatest Show on Earth,* 326.
7. See, for example, Jerry Fodor and Massimo Piatelli-Palmarini,*What Darwin Got Wrong* (New York: Farrar, Straus and Giroux, 2010),xiii.
8. By contrast, Darwin narrowed the scope of evolutionary biologyby belittling the problem of how life had originated. Both Ernst Mayrand Richard Dawkins have reasserted the separateness and uniquenessof biology, keeping the conundrum of life's origins at arm's length; bothmen have also doubted the validity of astrobiology with its implicationsof multiple spontaneous origins of life. On Darwin's stance, see NicolaasRupke, "Darwin's Choice," in *Biology and Ideology from Descartesto Darwin*, ed. Denis R. Alexander and Ronald L. Numbers (Chicago:University of Chicago Press, 2014), 139-164.
9. Simon Conway Morris, ed., *The Deep Structure of Biology: Is Convergence Sufficiently Ubiquitous to Give a Directional Signal?* (West Conshohocken, PA: Templeton Foundation Press, 2008); Keith Bennett, "The Chaos Theory of Evolution," *New Scientist* 208 (October 2010):28-31, on 31.
10. NicolaasRupke, "The Origin of Species from Linnaeus to Darwin,"in *Aurora Torealis,* ed. Marco Beretta, Karl Grandin, and Svante Lindquist (Sagamore Beach, MA: Science History Publications, 2008), 71-85.

11. Wentworth D’Arcy Thompson, *On Growth and Form* (Cambridge: Cambridge University Press, 1917).

12. Simon Conway Morris, *Life’s Solution: Inevitable Humans in aLonely Universe* (Cambridge: Cambridge University Press, 2003); The“lonely universe” part of Conway Morris’s argument is, of course, notstructuralist but joins Darwin to a mystifying approach to abiogenesis,which was an accommodation not only to the limitations of histheory of natural selection but also to the religious sensibilities of hiscontemporaries.

13. David N. Livingstone, *Dealing with Darwin: Place, Politics andRhetoric in Religious Engagements with Evolution* (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2014).

14. John C. Greene, *Science, Ideology and World View* (Berkeley andLos Angeles: University of California Press, 1981), 7.

15. In Scotland (Edinburgh) and Ireland (both Belfast and Dublin), German structuralism had strong scientific representation and held itsground until well after the appearance of *The Origin of Species.*

16. Lynn K. Nyhart, *Biology Takes Form: Animal Morphology andthe German Universities, 1800-1900* (Chicago: University of ChicagoPress, 1995).

17. Nicolaas Rupke, *Alexander von Humboldt: A Metabiography* (Chicago: University of Chicago Press, 2008), 88-92.

18. Stephen Jay Gould, foreword to *Basic Questions in Paleontology: Geologic Time, Organic Evolution, and Biological Systematics,* byOtto H. Schindewolf (Chicago: University of Chicago Press, 1993), xi.

19. Richard Dawkins, *Climbing Mount Improbable* (New York: W. W.Norton, 1996), 28.

20. Ernst Mayr, *The Growth of Biological Thought: Diversity, Evolu-tionand Inheritance* (Cambridge MA: Harvard University Press, 1982).

21. This chapter is a condensed digest of the history of the structuralist-approach to organic evolution on which I am currently working,provisionally entitled *Roll Over, Darwin: The Structuralist Tradition inEvolutionary Biology.*

神话14
性选择理论在达尔文以后（1871年）基本上无人问津，直到特里弗斯（1972年）将其复兴

艾丽卡·洛林·米兰（Erika Lorraine Milam）

达尔文发现的性选择理论与进化论中其他重要的发现类似……在达尔文之后直到1972年罗伯特·L. 特里弗斯（Robert L. Trivers）将这主题复兴之前，性选择的概念几乎无人问津。

——约翰·艾考克（John Alcock），《动物行为：进化的方法》（*Animal Behavior: An Evolutionary Approach*）（1989）[注]

特里弗斯（生于1943年）专业声望经过时间的累积逐步提升。20世纪60年代末，特里弗斯去哈佛大学攻读生物学研究生以前，曾为一所位于剑桥的小型教育机构工作，为小学生制作一档为期一年的节目：人类学课程（Man: A Course of Study，简称MACOS）。他制作一些小书的时候，如《动物适应》《自然选择》《先天行为与后天行为》等，首次接触进化论。[注]他的本科主修历史，MACOS的经验让他产生了弄清人类（及动物）行为成因的新期待。受此启发，特里弗斯于20世纪70年代早期发表了几篇论文，这在未来十年间，对性选择这一新兴领域而言至关重要。越来越多的生物学家将研究的重点放在动物交配行为之上，他们曾引用过特里弗斯的论文观点——互惠利他、亲代投资、后代的性别比例、亲子冲突。性选择理论作为一个领域找到了立足之地，彼时，特里弗斯也就有了学术领袖之一的地位。

然而，认为特里弗斯凭一己之力让这主题在一个世纪的无人问津之后“复兴”，也有道理，但是需先将性选择理论重新定义：仅研究自然条件下的动物。[注]

鉴于达尔文对自然选择的专业研究，他需要解释，同一物种的外表及行为为何存在显著差异。如果自然选择塑造了支持生存的性状，那么全体成员的外在最终必然颇为相似。[注]性选择对增加繁殖、两性之间制造具有稳定差异的进化空间相关的性状产生了影响。达尔文最初的性选择表述有两个因素。[注]其一是雄性竞争，同一物种争夺资源如食物或领域，而雄性争夺有生育能力的雌性；其二是雌性选择，这类竞争全仰仗雌性的步伐，它们更愿意走向某些雄性为配偶。

对于达尔文而言，这两股力量的来往——雄性竞争配偶，雌性选择未来的追求者——解释了为什么某些物种的雄性和雌性外形差异巨大：雄性竞争导致战斗武器的出现（如角），而雌性选择解释了雄性之美。[注]此外，达尔文用性选择阐释人类明显生理特征的原因，而当时的种族科学家却用这原因界定种族。自然史学家不情愿把自觉与觉他的思想机制加诸动物身上，达尔文用拟人化的措辞详尽地阐述雌性选择，就突显出一个问题。人类男女从来就这样判断，这不存在争议，但它却成了当时盛行于英国及英国以外的优生运动的核心。[注]

在后来的几十年间，生物学家调查研究了动物的择偶作用，如蜥蜴、鱼、无处不在且繁殖迅速的果蝇，体现了第二次世界大战后对种族遗传学的科研工作。[注]这些研究者并没有把性选择构想为形成两性形态差异的机制，他们却常常表示，择偶能在进化过程中使不同物种间维持生殖隔离。许多群体遗传学家和理论家开始质疑，在性选择和自然选择之间存在明显区别。此外，他们刻意回避曾引发质疑的拟人化措辞，达尔文的雌性选择就曾遭受过这种质疑。

对如李·尔曼（Lee Ehrman，生于1935年）、克劳汀·帕蒂（Claudine Petit，1920—2007）等生物学家来说，雌性果蝇在接受追求者时众所周知的挑剔，它们只与同种的雄性交配（相比之下，这种歧视不是雄蝇交配行为的特点）。到20世纪60年代，甚至有数学不错的动物学家，例如彼得·欧唐纳（Peter O’Donald，生于1935年）、约翰·梅纳德·史密斯（John Maynard Smith，1920—2004），模拟了性选择对个体交配的成功可能产生显著影响的环境，还模拟了不进行地理隔离、性选择是否也可作为一种物种形成机制的环境。注

即便这些研究在动物社群极不常见，特里弗斯也明白它们的存在，并以此首次向进化论进军。换言之，若要把特里弗斯当作达尔文期盼已久的继承人，需要把之前几十年的雌性选择研究重新定义为非性选择的研究——这份抹黑，或因它与优生论有关联，或因它只证实了性选择的数学合理性是一种进化机制却缺乏实证。然而，它们都不能解释特里弗斯本人对作为一门学科的性选择理论缘何陡然重视起来。

在特里弗斯影响深远的进化生物学论文中，他把互惠利他主义描绘为一种直观的概念——“你帮我抓背，我也愿意为你抓背”——能形成人类（动物）社会中社会合作的基础。注特里弗斯觉得亲属之间的协作很有道理，因为任何个人花在亲属身上的精力，哪怕付出巨大的个人代价，也将会对共有基因在后代中的传播有所帮助。难题是，在欺骗了系统的个人能无偿获取全部利益时，为什么非亲属要无私地对待彼此。特里弗斯将目前的合作和未来的利益联系在一起（一种适用于进化论的人类学的礼物文化），他指出作弊者如果被抓，将被逐出这种互惠互利的交换网络。注他接着解释，协作的社会行为演化成一种居于天生和气和天生欺骗之间的平衡，在适度怀疑的牵引下，一切都不必依赖普遍利他的冲动。注

特里弗斯开始关注择偶，他推断雄性和雌性为下一代投资了不同量的资源——雄孔雀可能和几只雌孔雀抚养很多幼鸟，但它没有照顾，雌孔雀则投入非常多的时间、精力和资源，确保在繁殖季节产下的为数不多的幼鸟能够存活。[注]亲代投资的差异性表示，雄性的繁殖能力远超过所有雌性。于是，我们该料到，雌性在择偶时要远比雄性来得挑剔，达尔文强调雌性选择和雄性竞争是性选择的主要机制，这一点明白无误。特里弗斯继而开始给时代号脉：在他的脚本里，男人、女人对婚姻和生活的需求不同。这些隐含的进化冲动或许正是当代社会两性冲突的源头。[注]

艾考克那本《动物行为》教材的历代版本，其字里行间不仅反映出特里弗斯的研究在性选择新的拓展领域中位于中心地位，还展示出他在该领域有着传奇般的地位。[注]艾考克这本教材始印于1975年，6年前刚获得哈佛大学博士学位，因此，他极有可能是在哈佛认识了特里弗斯——鉴于两人对动物行为有共同的兴趣。爱德华·O. 威尔逊（Edward O. Wilson，生于1929年）在艾考克毕业后数年于哈佛大学完成了社会生物学理论，艾考克的前同事将博弈论和数学模型应用到进化历程后形成了有分量的理论，这些自然都让艾考克极为羡慕。[注]《动物行为》最终经历了9个版本，成为该学科最受欢迎的大学教材之一。[注]不过，艾考克在第2版时，才言明特里弗斯的贡献“格外重要”。[注]接下来的再版中，他又加以详述，认为特里弗斯对亲代投资的研究“极大影响了人们重拾对性选择的兴趣”。[注]到了20世纪80年代末，艾考克提到达尔文时称，是他创立了进化论一切“重要”的内容，也包括性选择理论，后面有几段把“复活”论归功于特里弗斯。特里弗斯这位进化论理论家的关键作用，哪怕对于艾考克也不是一开始就那样明显。

在20世纪80年代，新一代生物学家把性选择的内容修订为对动物及人类繁殖行为的解释。他们实地研究动物的求偶行为，这为分子生

物学和遗传学的迅捷发展提供了宝贵的土壤。这些动物学家认为，过去几十年间，既缺乏对野生物种性选择的细致观察，也缺少诠释观察结果的理论框架。他们将自己这门学科界定成生物科学的新贵，同时重新定义其历史的特点：从达尔文时期到1970年，显然有阴影遮住了性选择。在这种环境之下，特里弗斯成了神话般的英雄人物，他击败了前人的无知。[注]

不过，艾考克后来的教材版本逐渐不再突显特里弗斯。艾考克开始拉开达尔文和特里弗斯的距离，在两者之间插入几页当代研究性选择的细节。[注]后来，他把特里弗斯凝聚该领域的核心人物形象全部去掉，取而代之在4个地方、每处以一篇他的核心论文来回顾他的贡献。[注]为什么这样？随着性选择的研究有了体制内的基础教学、专业权威性，发展速度大增，特里弗斯的早期研究不再是整个领域的黏合剂。此外，特里弗斯的早期论文中并没有更多创新，他也困扰于和同事之间的私人冲突。[注]鉴于人们普遍认识到特里弗斯理论的失色，达尔文就优先成了性选择理论史上的唯一存在。[注]

性选择理论主要由于雌性选择才黯淡了一个世纪，在形成这个传言的过程里，有大量因素参与。从意识形态上说，第二次世界大战之后，生物学家想方设法与优生学有关的理论保持距离。随着职业科学家将注意力转向动物行为，神人同形论（anthropomorphism）成了外行和空想科学家的玩物。专业生物学内不断变化的动态也有关系。20世纪70年代的性选择研究人员主要研究自然环境，刻意从早期的实验室研究工作剥离出来。

即便如此，教科书中的科学英雄们仅在对教学或学科有用时才存在。特里弗斯的故事曾短暂地符合这两种功用。亲代投资为目前该领域内更多的研究架起了一座方便的概念之桥，特里弗斯的理论让这个存在多元方法的领域稳固下来。在接下来的几十年间，性选择的研究出现了许多新的方向。[注]而特里弗斯又重新开始思索当初在MACOS

遇到的问题：在需要明确概念的世界里，我们要怎么理解生命中欺骗和自我欺骗的价值？㊟尽管这些遗产日益分歧，生物学家依然把性选择与探索自然世界的其他方法区别开，视其为由达尔文形成的一系列静态工具，解释两性差异。于是，性选择被遗忘了近一个世纪之久的神话依然在，即便特里弗斯不是这理论唯一的救世主。

---

1. （感谢本书两位主编Kostas Kampourakis和Ronald Numbers的工作和睿智的编辑建议，也感谢Dick Burian对本文提出的宝贵意见。感谢Nicolaas Rupke组织“科学史上的神话”学术会议，我对性选择及其他主题有了更多认识，也感谢所有与会人员。）

   John Alcock, *Animal Behavior: An Evolutionary Approach*,4th ed. (Sunderland, MA: Sinauer, 1989), 398.

2. Man: A Course of Study, *Animal Adaptation* (Washington, DC: Curriculum Development Associates, 1970); Man: A Course of Study,*Natural Selection* (Washington, DC: Curriculum Development Associates,1970); Man: A Course of Study, *Innate and Learned Behavior*(Washington, DC: Curriculum Development Associates, 1970).

3. In the 1970s, botanists also explored whether sexual selectiontheory might provide a useful set of theoretical tools for thinking aboutvariation in fertilization success in plants, but their research has attracted less scholarly attention; see, for example, Mary F. Willson, “Sexual Selection in Plants,” *American Naturalist* 113 (1979): 777-790.

4. For Charles Darwin’s most thorough explanation of the differences between natural and sexual selection, see *Descent of Man and Selection in Relation to Sex*, 2 vols. (London: John Murray, 1871).

5. Darwin first describes sexual selection in *On the Origin of Species* (London: John Murray, 1859).

6. See, for example, HenrikaKuklick, *The Savage Within: The Social History of British Anthropology* (Cambridge: Cambridge UniversityPress, 1993); and B. Ricardo Brown, *Until Darwin: Science, Human Varietyand the Origins of Race* (London: Pickering and Chatto, 2010).

7. For example, Angelique Richardson, *Love and Eugenics in the LateNineteenth Century: Rational Reproduction and the New Woman* (New York: Oxford University Press, 2008); Erika Lorraine Milam, *Looking for a Few Good Males: Female Choice in Evolutionary Biology* (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2010); and Kimberly Hamlin,*From Eve to Evolution: Darwin, Science, and Women’s Rights in GildedAge America* (Chicago: University of Chicago Press, 2014).

8. On laboratory studies of sexual selection in these years, see Erika Lorraine Milam, "'The Experimental Animal from the Naturalist'sPoint of View': Evolution and Behavior at the AMNH, 1928-1954,"in *Descended from Darwin: Insights into the History of Evolutionary Studies, 1900-1970,* ed. Joe Cain and Michael Ruse, Transactions of the American Philosophical Society, vol. 99, pt. 1 (Philadelphia: American Philosophical Society, 2009), 157-178. On the scientific authority of *Drosophila,*see Robert Kohler, *Lords of the Fly:* Drosophila *Ge ne tics and theExperimental Life* (Chicago: University of Chicago Press, 1994).

9. Milam, *Looking for a Few Good Males,* ch. 5.

10. Robert Trivers, "The Evolution of Reciprocal Altruism," *Quarterly Review of Biology* 46 (1971): 35-57; quotation from Robert Trivers, *Natural Selection and Social Theory: Selected Papers of Robert Trivers* (New York: Oxford University Press, 2002), 5.

11. See, for example, Marcel Mauss, *The Gift,* trans. W. D. Halls (London: Routledge, 1990).

12. On the declining fortunes of group selection during this period,see Mark Borello, *Evolutionary Restraints: The Contentious History ofGroup Selection* (Chicago: University of Chicago Press, 2010).

13. Robert Trivers, "Parental Investment and Sexual Selection,"in *Sexual Selection and the Descent of Man, 1871-1971,* ed. Bernard Campbell (Chicago: Aldine, 1972), 136-179.

14. Trivers's two other publications of the early 1970s were Robert Trivers and Daniel Willard, "Natural Selection of Parental Ability toVary the Sex Ratio of Offspring," *Science* 179 (1973): 90-92; andRobert Trivers, "Parent-Offspring Conflict," *American Zoologist* 14(1974): 247-262.

15. Alcock, *Animal Behavior: An Evolutionary Approach* (Sunderland, MA: Sinauer, 1975); 2nd edition (1979); 3rd edition (1984); 4thedition (1989); 5th edition (1993); 6th edition (1998); 7th edition (2001); 8th edition (2005); 9th edition (2009).

16. E. O. Wilson, *Sociobiology: A New Synthesis* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1975); Paul Erickson, "Mathematical Models, Rational Choice, and the Search for Cold War Culture," *Isis* 101 (2010): 386-392.

17. In contrast, Douglas Futuyma produced an equally popular textbook,*Evolutionary Biology,* in which he treated sexual selection as asubset of natural selection, and used the final chapter of the book toargue against the application of evolutionary theory to human behavior.Futuyma, *Evolutionary Biology* (Sunderland, MA: Sinauer, 1979).

18. Alcock, *Animal Behavior,* 2nd ed., 259.

19. Alcock, *Animal Behavior,* 3rd ed., 380.

20. On "great men" and heroic narratives in the history of science,see Misia Landau, "Human Evolution as Narrative," *American Scientist*72 (1984): 262-268; Mary Jo Nye, "Scientific

Biography: History of Scienceby Another Means," *Isis* 97 (2006): 322-329; and Mott Greene, "Writing Scientific Biography," *Journal of the History of Biology* 40(2007): 727-759. If the conventional structures of scientific biographieshave changed little in the past decades, neither have the means by whichtextbook authors associate scientific theories with the identity of the"discoverers."

21. The wording, however, remained identical; Alcock, *Animal Behavior,*5th ed., 400, 402.

22. Alcock, *Animal Behavior,* 6th ed., 439.

23. See the self-reflective essays in Trivers, *Natural Selection and Social Theory.*

24. In the eighth and ninth editions, Alcock softened even Darwin'som niscience, writing, "The realization that the members of a species can determine who gets to reproduce and who fails to do so led CharlesDarwin to propose that evolutionary chance could be driven by sexual selection." Alcock, *Animal Behavior,* 8th ed., 338; Alcock, *Animal Behavior,* 9th ed., 340.

25. See, for example, the storm of controversy engendered by Joan Roughgarden's challenge to the field: Joan Roughgarden, *The Genial Gene: Deconstructing Darwinian Selfishness* (Berkeley and Los Angeles: University of California Press, 2009).

26. Robert Trivers, *Folly of Fools: The Logic of Deceit and Self-Deception in Human Life* (New York: Basic Books, 2011).

神话15
巴斯德从科学客观性的角度推翻了自然发生说

加兰德·E. 艾伦（Garland E. Allen）

（巴斯德）不允许自己的宗教信仰影响科学结论。他坚定地表示，科学家的大炮，不能与宗教、哲学、无神论、唯物论、通灵术有瓜葛……生活的物质条件对宗教有重大影响，但其影响必不可干扰实验结果的客观解释，这就是巴斯德的观点。

——托马斯·S. 霍尔（Thomas S. Hall），《生命和物质的意义》（*Ideas of Life and Matter*）（1969）[注]

路易·巴斯德（Louis Pasteur，1823—1895）无疑是19世纪科学界的泰斗人物：化学家和晶体学家出身的他，因在有机化学（确定偏振光之手性和旋光性的依据），葡萄酒和啤酒酿造的微生物基础，免疫（预防接种的依据），葡蚜害虫（毁了19世纪的法国葡萄园）生物学等诸多领域的发现，而受到尊重。不过，林林总总有关巴斯德的文字记载都是神话。他被尊崇为牛顿一派的几近超人的科学家（见神话6）。例如，1887年的传闻："在法国，你可以是无政府主义者，可以是共产主义者，也可以是虚无主义者，但绝不会是反巴斯德主义者（原文如此）。简单的科学问题变成了爱国主义问题。"[注]

1861年至1864年，巴斯德与其同胞、博物学家费利斯·阿奇曼德·波却（Félix Archimède Pouchet，1800—1872）对极具争议的自然发生说展开了一场著名的论战，没有比这更富有神话意味的事了。巴斯德反

对自然发生说，而波却拥护这一理论，两人都拿出实验证据支持各自的立场。这个传闻以巴斯德为中心，说他是秉持公正的科学家典范，他追寻真理，无论真理的方向通向哪里，他不做预设，不被哲学或政治左右，在收集、诠释数据时毫不偏颇。这个神话有两点模糊了我们所理解的“科学本质乃是一种进程”：其一是个人化的，巴斯德的形象是客观科学实践至高无上的（和不现实的）模范；其二是对所谓“科学方法”的夸大及理想化（见神话26）。诸如约翰·法利（John Farley，生于1936年）和已逝的杰拉德·L. 盖森（Gerald L. Geison，1943—2001）等学者用史学家的方法，让我们拆穿这个神话的面具，以此案例研究自身呈现出一幅更加准确的画面：科学是人类的、社会的进程。

1864年4月的一个晚上，巴斯德在巴黎索邦大学的演讲中总结道，他理想中的实验会给一切严肃的、关于微生物自然发生说的科学描述以最后致命一击。挤满的礼堂中列席着拿破仑一世的侄女玛蒂尔德·波拿巴公主（Princess Mathilde Bonaparte，1820—1904）、作家大仲马（Alexandre Dumas，1802—1870）和乔治·桑德（George Sand，1804—1876）等名流，巴斯德向他们表示，自然发生说的问题带有严肃的哲学及宗教气息——唯物主义、进化论、无神论的气息。但他接着说，这些问题对他过去4年里判断自己和波却之间的实验差异没有影响：

> 宗教、哲学、无神论、唯物主义、通灵术，在这里没有任何位置。我甚至可以加一句：身为一名科学家，我也不在意。它是一个事实问题。我的处理方式没有先入为主，并且随时准备宣布——如果实验施予我某个观点——若说自然发生说存在，我就认为，相信该理论属实的人被蒙上了双眼。㊟

这就是过去的一个多世纪以来，许多流行科学表述中典型的成见。巴斯德和波却之间的争论重点在其真实背景，一如政治、哲学、

宗教意识形态（不管巴斯德如何断言）等背景在实验结果之设计、执行、诠释等方面起着重要的（不被公开承认的）作用。

先说说意义重大的背景，法国自1848年二月革命以来，政治、社会、经济已陷入一片混乱，国王路易·菲利普（Louis Philippe）退位，1848年12月短命的法兰西第二共和国建立，路易·拿破仑·波拿巴王子（Louis Napoleon Bonaparte）（拿破仑一世的侄子）当选总统。跟随共和国复辟一同而来的，还有争取更大自由度和扩大选举权，同时限制天主教教会的权力，增加立法会议的权力。在这样的环境之下，教会和国家在共同的敌人面前完全接受了共和主义与革命。因此，到1851年拿破仑发动政变、宣布建立第二帝国（自己为皇帝）时，教会与国家的联合势力已大大加强，新皇帝需要高度仰仗教会的支持来维系权力。在未来的十年间，教会与国家两者的联盟和激进共和党人的分化只有更为加深。共和党人以推行科学、唯物主义、无神论为手段，拒绝天主教堂的蒙昧主义。在这种情况下，自然发生说因为和无神干预的生命形成有显著关联，就成了争论的焦点，巴斯德身为著名的科学家、虔诚的天主教徒、政治保守主义、自然发生说的敌人，就被放到了舞台上，成为驳斥自然发生说的“公正”但必要的代言人。[注]

虽然弗朗切斯科·雷迪（Francesco Redi，1636—1697）已证明，不让苍蝇接触肉就可否定所谓自然发生说最著名的例证之一——腐肉中蛆的出现，但这件事在18世纪末至19世纪初依然不断出现，尤其是在19世纪二三十年代的法国，解剖学家和古生物学家居维叶（Georges Cuvier，1769—1832）与对手拉马克、艾蒂安·若弗鲁瓦·圣伊莱伊尔（Étienne Geoffroy Saint-Hilaire，1772—1844）还为此发生了争论。[注]拉马克和若弗鲁瓦赞同自然发生说的可能性，该理论的过程更是拉马克的广泛转型论或称进化论之不可或缺的部分（见神话10）。在第二帝国的政治氛围中，转型论、自然发生说、唯物主义的类似结合再度出现，与达尔文《物种起源》的克莱曼斯·罗耶（Clémence Royer，1830—1902）1862年的法译本相比更鲜明。[注]罗耶表示，她不但支持

物种起源这一自然主义理论，还支持唯物主义、无神论和共和制。19世纪60年代出现的“高等批判”运动，进一步加剧了天主教教徒和其他保守派的恐惧，该运动旨在将《圣经》文本视作历史记录，而非启示录或超自然论的见解。(注)自然发生说在这种社会、学术气候下重现，令巴斯德在内的科研机构主要人物倾向反对这一进程的一切支持者。

巴斯德在19世纪50年代对法国葡萄酒厂所面临的葡萄酒酸化变质的问题加以研究，他确信，环境中无处不存在微生物，它们极可能对发酵、食物变质、传播人类疾病产生影响。巴斯德的病菌说有个重要成分，就是他对自然发生说的反对。他说，所有细菌都由先前存在的细菌繁殖而来，它们不是由无生命的有机物凭空自然产生的。承认自然发生说就会严重破坏细菌说的完整性。

波却在1859年出版了《论自然发生说》（*Hétérogénie; ou Traité de la Génération Spontanée*）（Heterogenesis; or, *Treatise on Spontaneous Generation*）（同年达尔文发表《物种起源》），从此踏进这个紧张的政治科学领域。(注)他一定充分知晓这个议题具有煽动性，因为他用大量篇幅（著作的前137页）说明他的自然发生说没有受到任何唯物主义及无神论的干扰。事实上，他认为，为了神更大的荣耀，创造生命应是个持续过程。他认为，纯无机物不能产生自然发生说，哪怕有相同的元素参与。尽管有这些警告及防范说明，波却仍旧明白他的著作无可避免地和唯物主义、无神论、共和主义联系起来，从而招致教会与国家的反对。

自1858年起，波却已进行过一系列实验，貌似可以支持其自然发生说。他架设好一批装有枯草浸出液的烧瓶，加热到100°C，以消毒内容物。接着，他往烧瓶内引入经过水银（过滤）的人造气体或氧气，密封住烧瓶，放置在室温下。数天之后，显微镜下的烧瓶中充满了细菌。为了驳斥没有彻底煮沸枯草浸出液的看法，他又将其煮至200°C和300°C，甚至接近碳化点，但细菌依然出现。

巴斯德读了波却的论文之后，指出因为我们身边处处有细菌，波却很可能没有完全消毒浸出液，或者封堵烧瓶时不够迅速仔细，因此使液体被细菌污染。他的观点让波却数次重复实验，结果却始终相同。巴斯德不得不承认，较之当时的自然发生说实验，波却的实验不能更细致了。但仍旧有出错的可能：波却在将热空气引入无菌液体之前，以汞槽过滤热空气。巴斯德进行一次简单的实验，他从槽表面取了一滴水银，滴入装有无菌酵母和糖水溶液的烧瓶里。在24~36小时之内，可以用肉眼看到烧瓶中充满了微生物。反过来，如果水银在进入烧瓶以前也经过消毒，就不会有微生物出现。波却自然发生说的源头正是被污染的水银。

这两位科学家在科学出版物中继续交流看法和信件。讨论日益白热化，分歧的消除也日益重要，于是法国科学院在1862年宣布举办一场竞赛，由科学家组成的评委将奖金颁发给最佳方案。巴斯德和波却是重要的竞争者。

巴斯德首先演示，在烧瓶中煮沸酵母和糖水，然后迅速用熔化的玻璃密封住烧瓶顶部，内容物就不会再与空气接触，以此避免细菌滋生，防止液体腐坏。然而，波却以完全合理的观点加以反驳：他指出，煮沸可能改变烧瓶内空气的化学成分，使其不适宜形成自然发生。接着，波却设计出一种精密的仪器，既回答了自己的反对意见，又支持自己的论点：一切所谓的自然发生都是因为与大气中充满微生物的粒子发生了接触。他把装有无菌浸出液的烧瓶固定在一根玻璃试管上，管子上有两个活塞接到一个抽水泵上。通过抽水泵，使空气通过熔炉中一根通红的管子，进入无菌液体的烧瓶，然后加热封死烧瓶的瓶颈。这些烧瓶放置数月，没有滋生微生物。然后他重复基本流程：用普通的（未加热的）空气通过试管中一块无菌的硝化棉，结果不变：没有滋生微生物。然而，当他把那块硝化棉放入烧瓶后，数天后，烧瓶就满是微生物了。

为了驳斥用于过滤的硝化棉有可能改变通过它过滤的空气这样的控诉，巴斯德做了一系列简单且优雅的实验，采用特别设计的鹅颈烧瓶，让未经处理的空气不经过滤就在烧瓶内外来回流动。他把酵母糖水加入这些烧瓶中，煮沸杀灭所有微生物，然后搁置不同时间。烧瓶的鹅颈设计原理是瓶颈的下部可以捕捉因扩散而进进出出的空气中较重的灰尘颗粒和细菌。巴斯德推断，利用这种装置可以允许空气进入接触糖水，但空气中的细菌却不能从瓶颈进入。如果自然发生存在，在这种条件下就应该会有。巴斯德的实验结果极具戏剧性：甚至几个月后，烧瓶中也没有发生腐败。他进一步做出大胆的猜测：如果倾斜烧瓶使部分酵母糖水进入瓶颈，再流回主容器（图15–1），容器中的液体应该会滋生微生物。当他进行这个实验时，仅仅几天后，细菌就出现在液体中了。法国科学院将奖金颁给了巴斯德。

在这一场论辩中，巴斯德似乎是受到纯粹的逻辑和巧妙的实验设计驱使。不过，这个故事并非如乍看上去那样简单。当然，巴斯德的实验堪称典范。不过他本人有法国政府的资金援助，效忠拿破仑三世，每次重大活动都是皇帝府邸的座上宾。巴斯德还是法国科学院的院士，当时的法国科学院由最支持政府的法国科学精英组成。居住在鲁昂的波却仅仅是一名科学院的通讯院士，不属于包括巴斯德在内的核心精英。从宗教层面看，巴斯德是一名虔诚的罗马天主教徒，1864年他在一次索邦大学演讲中明确指出，他太了解自然发生说与自由主义、唯物主义和“无神论”之间的关系。这相当重要，因为委员会的成员其实都是坚定的天主教徒和共和制度的反对者，他们知道对自然发生说的公开支持具有政治敏感度。波却当然明白委员会对其观点的反对声浪有多高，于是在1862年退出了这场竞赛，在朋友和同事的催促之下才于一年后重新参与。注

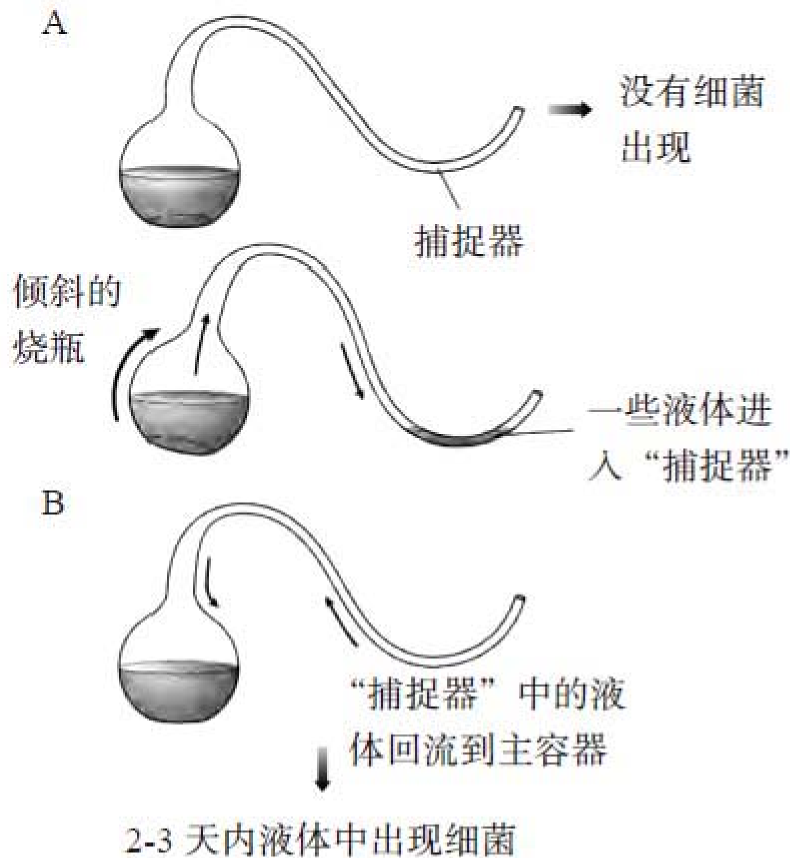


图15–1 该图显示如何倾斜鹅颈烧瓶可使未经煮沸的液体接触弯曲的“灰尘捕捉器”，再回流至主容器

来源：艾伦和贝克（Allen and Baker），《生物学：科学的进程》（*Biology: Scientific Process*），63页

或许，这则故事最大的讽刺是，波却和巴斯德都没错。他们使用的是不同的有机液体：波却用的是酵母糖水；巴斯德用的是枯草浸出液，即通过在水中浸泡枯草获得的液体。由于巴斯德没有使用波却用的枯草，他没有发现，在枯草溶液中的天然细菌中有些品种可以产生孢子，挺过极端条件，如干旱、寒冷、高温。波却制备的孢子足以承受高温，经受他施加的短暂沸腾甚至更高的温度。因此，一旦烧瓶冷却，孢子就能够由休眠期复苏，开始繁殖。

分析巴斯德对自然发生说的实验，可以得出几个主要结论。其一，巴斯德利用独立科学家的形象进一步巩固自己在法国学术机构中

的地位。疾病生源说成了法国殖民地医学和本土公共卫生运动的重要构成，且不提其他方面，它还是巴斯德和他的巴斯德研究所获得经济、政治支持的原因。[注]这项研究的第二个结论是，绝不存在巴斯德及19世纪末20世纪初的其他科学家追寻的、所谓理想化的“科学方法”。我们看到，一本又一本教科书都提到过这种观点，它和实验室日常的科学实践方式毫无关系。现代科学、哲学、科学社会学最为重要的成果之一，就是它证明了科学是非常人性化的活动，与人类的理想与抱负息息相关。

---

1. （感谢David Rudge为我提供会议资料，很遗憾我未能参加。感谢John Farley和Gerry Geison对巴斯德的自然发生理论及其社会政治语境的深入研究。）

   Thomas S. Hall, *Ideas of Life and Matter,* 2 vols. (Chicago: University of Chicago Press, 1969), 2:294.

2. AugusteLutestaud, quoted in Gerald L. Geison, *The Private Scienceof Louis Pasteur* (Prince ton, NJ: Prince ton University Press, 1995),facing table of contents page.

3. Ibid., 111.

4. Summarized in John Farley, *The Spontaneous Generation Controversyfrom Descartes to Oparin* (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1974), 94-96.

5. Garland E. Allen and Jeffrey J. W. Baker, *Biology: Scientifi c Pro cessand Social Issues* (New York: John Wiley and Sons, 2001), 59-61.

6. Clémence Royer, *De l’origine des Espèces par Sélection Naturelle* (Paris: Guillaumin and Masson, 1862).

7. Renan, Ernest. *Vie de Jésus*(Paris: Nelson; Calmann-Levy,1863).

8. Félix Pouchet, *Hétérogénie; ouTraité de la Génération Spontanée* (Paris: Baillière, 1859).

9. Geison, *Private Science of Louis Pasteur,* 125-127.

10. Bruno Latour, *The Pasteurization of France* (Cambridge, MA: HarvardUniversity Press, 1988), 8ff.

神话16

孟德尔是遗传学寂寞的先驱，他超越了他所在的时代

科斯塔·卡波拉契（Kostas Kampourakis）

在基因为人所知以前，孟德尔通过豌豆育种实验，形成了遗传学三项定律，以描述遗传性状的传递。孟德尔的洞察力极度增加了人们对基因遗传的理解……由于好奇性状如何代代相传，孟德尔在19世纪60年代打算着手了解遗传原理……孟德尔……假设亲代将某些特殊的物质给了子代。他把这种可遗传的物质称为“粒子”（elementen）……孟德尔在研究的每一种性状时，主要观察粒子如何决定分布在子代中的性状。

——伊罗娜·米可（Ilona Miko），《孟德尔和遗传定律》（*Gregor Mendel and the Principles of Inheritance*）（2008）

在孟德尔以前，遗传机制的理论大致基于逻辑性和推测，而非实验。孟德尔在修道院的花园里，对各变种豌豆进行了大量的异花授粉实验……从精确的3:1数学比例，他不仅推断出离散遗传单元（基因）的存在，还推断出这些单元会成对出现在豌豆中，并在形成配子时分开。孟德尔还分析了纯系在成对性状中的分离……F1植株自花授粉产生的F2代之比为9:3:3:1……从这一结果及其他类似的结果，他推断，一对单独的遗传因子在形成配子时会自由组合。

——A. M. 温彻斯特（A. M. Winchester），《孟德尔的研究》（*The Work of Mendel*），《大英百科全书》（*Encyclopedia Britannica*）注

通常孟德尔（Gregor Mendel，1822—1884）被认为是19世纪研究遗传的首位也是唯一一位科学家。而且，他常以遗传学创始人的身份出现，他了解遗传有颗粒特性，却常被同时代忽略，他的声望是在1900年故去后随着重新发现他那篇说明遗传“定律”的具有开创性的论文才得以确立。虽然这种对孟德尔生活及研究的记载起码自1979年起遭到质疑，但还是出现在生物教科书及其他读者甚众的著作中。本章节，我将解释这种记载为何缺乏历史准确度，以及它为何歪曲科学的真面目。㊟

历史证据表明，孟德尔打算特别研究的是杂交，而不是整个遗传。他1866年的论文植物杂交实验（Versuche über Pflanzen-Hybriden，即Experiments on Plant Hybrids）并不意味着他正在思考遗传颗粒；分离定律和自由组合定律（被认为是他的发现）自然没有以当代生物学教科书描绘的那样出现在那篇论文里。孟德尔常被认为是一位寂寞的先驱，因为他的研究超越了时代而终生被人们忽略。然而，遗传问题曾出现在各种文化领域，理应在更广泛的历史背景下思考孟德尔的研究。㊟

孟德尔生于莫拉维亚（Moravia），当时是奥匈帝国的一个省，如今属于捷克共和国。在1843年，他进入位于布尔诺（布隆）的圣奥古斯丁修道院，那是至少从1840年起就尝试进行科学育种的中心。修道院院长西瑞尔·奈普（Cyril Napp，1792—1867）资助孟德尔在维也纳的研究，追随克里斯琴·多普勒（Christian Doppler，1803—1853）学习物理学，追随弗朗茨·温格（Franz Unger，1800—1870）学习化学、古生物学、植物生理学。1853年，孟德尔回到布尔诺，开始了他的实验，逐渐对杂交是否可以产生新物种产生兴趣。他知道之前的杂交工作者，如约瑟夫·科尔勒特（Josef Kölreuter，1733—1806）、卡尔·弗里德里希·冯·格特纳（Carl Friedrich von Gärtner，1772—1850），他们都有一样的结论：杂交不会产生新物种。而温格却认为存在可能性。

事实上，他在1852年的《植物的字母》（*Botanical Letters*）中表示，物种并不具有稳定性，植物的世界已经渐渐发生了变化。[注]

或许正是这些引起了孟德尔的兴趣，促使他从1856年的夏天开始了杂交实验。他为实验选取了几种可食用的豌豆（Pisum sativum）。他用这些豌豆得到了约34个不同的品种，用于为期两年的纯度实验。孟德尔特别侧重于七对遗传性状：成熟种子形状、胚乳颜色、种皮颜色、成熟豆荚形状、未成熟豆荚色、花的位置、茎高。1863年，他完成了豌豆实验，继而尝试验证自己对菜豆属（phaseolus）下若干“种”的结论。某些实验中，他在后代中得到双亲性状比例为3:1，而其他实验则没有。[注]

孟德尔把豌豆实验结果写进一篇论文中，在1865年2月8日至3月8日的布尔诺自然科学学会的会议上发表，后于1866年出版在了该学会的学刊中。孟德尔在论文的开头表示，他旨在“追踪豌豆杂种的进展情况”。他还说，但“描述杂交后代形成和进展的普遍适用的定律尚未形成”。[注]他观察发现，不同品种进行不同杂交后所得的杂种并不总是双亲的中间型。同时他还发现，亲本的性状和杂种的性状总极其相似，这叫作显性性状。在杂种中不表现但在子二代完全表现的其他性状，他称为隐性性状。杂交杂种产生的后代被孟德尔标记为子一代，当代遗传学术语则用子二代F_2表示。在这一章，我将沿用孟德尔的用词，把由杂种育成的这一代称为子一代。

孟德尔在统计子一代所有实验中的后代数量时发现，具有显性性状和隐性性状的植株数量总是约为3:1。他观察到，当具有隐性性状（用a表示）的子一代植株繁殖时，其后代变化不大。他还发现，当具有显性性状的子一代植株繁殖时，其后代或者表现为3:1的显性与隐性性状比例，或者仅表现出显性性状。孟德尔因此得出结论，在前一种情形中，植株同时具有显性和隐性性状（Aa），而在后一种情形里，植株具有显性性状（用A表示）“因此证实，在具有显性性状的子一代

表型中，有两部分携带着杂种的性状，其中一个始终为显性性状”。他还推论，3:1的比例会在所有实验中分散成2:1:1。在这一点上，孟德尔对杂合及亲本的性状或特征做了区分（使用了“性状”和“特征”两个同义词）。显性性状可以既亲本（始终存在于每一代）又杂合（在后代分离）。应当指出，在后一种情况中，孟德尔没有提到“杂种性状”，而是说杂种本身就是性状。注

鉴于我们目前的遗传学知识，很容易过度解读孟德尔的论文。重要的是要注意到，孟德尔描述的是表型（性状或特征）的传递，并不是遗传因素或粒子（类似基因）的传递，这在论文前面的段落说得很清楚：

> 在下面的讨论中，遗传给杂交组合的特征完全或几乎完全不变，从此就成了杂种的性状，会被称为“显性”，那些潜在的性状则称“隐形”。之所以选择“隐形”这一说法，是因为选定的选择自此在杂种上弱化或完全消失，但是接着重又恢复原貌，在这些变种的后代中复现。注

正如前文所述，孟德尔称这些性状、特征——不是任何可见的遗传粒子——是显性或隐性的。他的论文用了因子（factoren）这个字眼，但他似乎是沿用了格特纳的用词来指代经过杂交的品种，并不是指影响特定性状的潜在因素。注

接下来，孟德尔描述了杂种们不同性状的后代，它们是具有一对不同性状的两株植株杂交的结果。他从15株植株中得到了556粒种子：其中315粒表现出一对显性性状，101粒表现出一个显性一个隐性性状，108粒表现出与101粒相反的显性与隐性性状，32粒表现出一对隐性性状。不过，孟德尔并没有用经典的9:3:3:1比例来记录这件事——大部分当代文学作品都是这样说的——而是1:1:1:1:2:2:2:2:4比例。注

虽然论文的段落暗示了分离定律和自由组合定律，但是却从未正式以“定律”出现。名为“杂种的子二代”的部分这样结尾：

> 显性与隐性性状的分离在子一代中依照3:1的比例发生，然后又在各实验中分离成2:1:1——如果你始终将显性性状按其意义归类为杂合性状和亲代性状。子一代植株紧接着从杂种的种子里长出来，那么显然，两株性状不同的杂种结下的种子中，有一半长出和杂种相反的形状，另一半长出的植株中保持稳定，且显性性状和隐性性状各占一半。㊟

这些词语可以看作对等位基因（显性或隐性）分离的描述，等位基因共存在杂种内，遗传给不同的后代。孟德尔将其记为A + 2Aa + a，不过，“A”和“a”代表亲代性状，“Aa”代表杂合性状，而不是一对遗传因素。这与现代教科书中对分离的记载不同：当使两个杂合子（heterozygotes）（拥有同一基因的两个不同等位基因或形状的个体）杂交（Aa×Aa），后代的基因型比例为1AA:2Aa:1aa。

接着，在题为“若干不同性状相结合的杂种的子裔”接近结尾的地方，孟德尔写下这样的内容：

> 因此，毫无疑问，下述观点适用实验中出现的一切性状：杂种的子裔——包含了若干本质不同并彼此结合的性状——属于组合数列，是一对不同性状各自的发展序列而成的组合之载体。这同时说明，在杂种内，一对不同性状各自的行为独立于两株亲本的其他所有不同。㊟

这些言辞使人想到等位基因的独立分类。但，如果你从当代遗传学的角度出发，那么孟德尔的结论就和你的预期不同。

严格说来，孟德尔并没有发现通常赋予他的两大定律发现；尽管如此，由于他的实验设计，或许他在特定的实验环境下观察到了这两个定律的结果。他也没有发现遗传的颗粒性质；其实，他并没有在论文中明确写下遗传颗粒的字眼。正相反，如前面引用那般明显，孟德尔研究的是特定性状如何在杂种及其后代中发展的。他的主要结论是，所有的精子和卵子只具有其所携带的各种性状的一个版本。当一个精子遇到一个具有另一特定性状版本的卵子时，由此产生的后代最终将两个版本都具有，并独立传递给第二代产生的精子和卵子。

孟德尔指的是一切杂种。他似乎并不打算形成一般性的遗传理论。但是，在孟德尔时期植物学的思想核心中，遗传机制的出现部分因为，自然选择产生逐代改良的达尔文理论（1859年在《物种起源》中发表）缺少补充理论，以解释其核心的变种起源和变种遗传。不同学者——比方说，达尔文自己、赫伯特·斯宾塞弗朗西斯·高尔顿（Francis Galton，1822—1911）、威廉·基斯·布鲁克（William Keith Brooks，1848—1908）、卡尔·威廉·冯·内格里（Carl Wilhelm von Nägeli，1817—1891）、奥古斯特·魏斯曼（August Weismann，1834—1914）、雨果·德弗里斯（Hugo de Vries，1848—1935）——针对这一问题，在19世纪时从进化的角度形成了遗传理论。所有这些人以不同形式受到彼此的影响，这反映在他们对他人著作的参考上。对这个圈子，孟德尔始终置身局外；那是因为他的目标不同，所以他的论文中没出现“遗传”（heredity或inheritance）的德文字眼，自然无须惊讶。注

在上述那个圈子的学者中，只有内格里知道孟德尔的实验研究；事实上，他们自1866年至1873年一直有书信往来。孟德尔听从内格里的建议，从1866年到1871年开始研究山柳菊（Hieracium），向日葵科的一属，不过山柳菊的研究结果和结论与豌豆不一致。这并不表示孟德尔的研究依然被人遗忘，因为至少有一次，内格里引用过孟德尔那篇1866年的论文。还有布尔诺自然科学学会，曾将一百多份印有孟德

尔论文的学刊寄往世界各地的科学中心。在1900年之前，孟德尔的论文至少有十次出现在科学文献的参考书目中，部分书还有许多博物学家读者。因此，孟德尔的研究具有广为人知的可能。但是却没有发生。[注]

1900年，德弗里斯、卡尔·科伦斯（Carl Correns，1864—1933）、埃里希·冯·歇马克（Erich von Tschermak，1871—1962）发表了植物杂交的研究结果，他们说，其结果皆与孟德尔的结论一致。实际上，德弗里斯发表了两篇相关论文，不过他在第一篇中没有提到孟德尔。科伦斯是那位可能早就知道孟德尔研究工作的内格里的学生，他坚称孟德尔的研究先于弗德里斯和他自己，或许他是为了解决可能存在的优先权纠纷。于是，孟德尔重回公众的视线中。[注]

很快，孟德尔的论文成了新科学遗传学的基本文献。然而，还应该注意的是，1900年之后，之所以孟德尔的研究能被迅速接受是源于它有全新的概念框架，而不仅仅是因为有新的实证数据出现。高尔顿和魏斯曼用不连续变异和非融合的性状创立起一种支持“硬”遗传理念的框架。此外，细胞学家也有证据支持，细胞内的颗粒可能和性状的出现有关系。到那时，细胞学已经发生了重大的进步，在经过改进的全新显微镜下，活体染剂的应用让如细胞核及染色体等细胞结构、减数分裂及有丝分裂等细胞代谢过程可视化了。因此，在1900年，孟德尔的论文把育种实验和细胞学实验两者的结论融合起来，表明细胞核中具有决定作用的颗粒物质会被分离且独立分配。事后，孟德尔才被誉为遗传学的先驱。[注]

虽不广为人知但很有趣的是，沃特·韦尔登（Walter Frank Raphael Weldon，1860—1906）在1902年表示，孟德尔的“遗传定律”或许行不通，哪怕是对豌豆而言。韦尔登对各种豌豆杂种的研究使他得出结论：从绿豌豆到黄豌豆，有绿黄色至黄绿色的连续颜色过渡，同样，

从平滑到褶皱也有逐渐增加的连续外形过渡。因此，看起来，孟德尔要取得实验所需的纯种植株，确实得消除所有豌豆的自然变种。(注)

综上所述，得出两个主要结论。其一，身为英雄式的、寂寞的先驱，孟德尔发现了遗传学原理，为遗传现象的研究确立了恰当的实验方法，这不仅歪曲遗传学历史，也歪曲了普遍意义上的科学探索方法。科学是人类行为，是科学界范畴的，有特定的（科学、文化、宗教、政治）环境，罕为——如果有的话——孤立的个体所实现。其二，孟德尔的实验以布尔诺农业、社会经济学领域的一系列现实问题为大背景。科学问题经常因现有的经济或技术问题产生，而不只是来自缜密的理论考量或是好奇心。孟德尔试图回答现实问题，他对植物杂交研究有着重要的、为人熟知的贡献。

因此，与许多当代教科书中所言称的相反，孟德尔既没有“发现”颗粒性，也没有“发现”遗传“定律”。他其实对19世纪后半叶的遗传理论没有推动作用，不过，1900年之后，当他的论文在新环境下被发现之后，就成了遗传学的基本文献。这并不影响孟德尔实验的重要性。不过，你得明白下述的差别：在19世纪中期孟德尔进行实验研究时，这些实验对当时有什么影响，以及在20世纪初期终于将这些实验视为遗传学基础时，它们对新时代又有什么样的影响。

---

1. （十分感谢Dick Burian、Gar Allen和Ron Numbers对本文初稿的评论和提出的建议，也十分感谢Staffan Müller-Wille和Kersten Hall允许我使用他们新译的孟德尔的文章。）

   IlonaMiko, “Gregor Mendel and the Principles of Inheritance,” *Nature Education* 1 (2008): 134; A. M. Winchester, *Encyclopedia Britannica Online*, s.v. “The Work of Mendel,” accessed February 20,2014, www.britannica.com/EBchecked/topic/228936/genetics/261528/The-work-of-Mendel.

2. Robert C. Olby, “Mendel No Mendelian?” *History of Science* 17(1979): 53-72; Augustine Brannigan, “The Reification of Mendel,” *Social Studies of Science* 9 (1979): 423-454.

3. For this essay I have relied on the translation of Mendel's "Versucheüber Pflanzen-Hybriden" ("Experiments on Plant Hybrids") that is currently being prepared by Kersten Hall and Staffan Müller-Willefor online publication. See also Staffan Müller-Wille and Hans JörgRheinberger,*A Cultural History of Heredity* (Chicago: University of ChicagoPress, 2012).

4. Robert C. Olby, *Origins of Mendelism*, 2nd ed. (Chicago: Universityof Chicago Press, 1985); Garland E. Allen, "Mendel and Modern Genetics: The Legacy for Today," *Endeavour* 27 (2003): 63-68; SanderGlibbof "The Many Sides of Gregor Mendel," in *Outsider Scientists:Routes to Innovation in Biology,* ed. Oren Harman and Michael R. Dietrich(Chicago: University of Chicago Press, 2013).

5. Olby, *Origins of Mendelism,* 100-103.

6. Mendel, "Experiments on Plant Hybrids," translation by KerstenHall and Staffan Müller-Wille.

7. See the respective notes and textual passages in the translation of Mendel's paper by Kersten Hall and Staffan Müller-Wille.

8. Mendel, "Experiments on Plant Hybrids," translation by KerstenHall and Staffan Müller-Wille.

9. Olby, *Origins of Mendelism,* 33 (note 4).

10. In this ratio, two classes resembled each of the parental ones (ABand ab), two classes had one character from each parental form (Ab andaB), four classes appeared twice and had a parental and a hybrid character(ABb, aBb, AaB, Aab), and finally one class, hybrid in both characters(AaBb), appeared four times.

11. Mendel, "Experiments on Plant Hybrids," 170-171 (emphasis inthe original German text, p.17, available at http:// www.esp.org/foundations/ genetics/classical/gm-65-f.pdf).

12. Mendel, "Experiments on Plant Hybrids," (emphasis in the original German text, p.22, available at http:// www.esp.org/foundations/ genetics/classical/gm-65-f.pdf).

13. Kostas Kampourakis, "Mendel and the Path to Ge ne tics: Portraying Science as a Social Process," *Science & Education* 2 (2013):293-324.

14. Olby, *Origins of Mendelism,* 216-220.

15. Ibid., 103-104; Brannigan, "The Reification of Mendel,"428-429.

16. Peter J. Bowler, *The Mendelian Revolution: The Emergence of HereditarianConcepts in Modern Science and Society* (Baltimore: JohnsHopkins University Press, 1989).

17. Annie Jamieson and Gregory Radick, "Putting Mendel in HisPlace: How Curriculum Reform in Ge ne tics and Counterfactual Historyof Science Can Work Together," in *The*

Philosophy of Biology: A Companionfor Educators, ed. Kostas Kampourakis (Dordrecht: Springer2013), 577-595.

神话17
社会达尔文主义对社会思想及社会政策的影响深远，尤其是在美国

罗纳德·L. 纳伯斯（Ronald L. Numbers）

从19世纪末到20世纪初，社会达尔文主义是一门在某些领域有社会影响力的哲学，它被拿来合理化种族主义、殖民主义和社会阶层化。

——约翰·P. 拉夫地（John P. Rafferty）主编，《进化论的新思考》（*New Thinking about Evolution*）（2011）

基于查尔斯·达尔文著作中对进化论的解释，社会达尔文主义是“适者生存”在社会和商业中的应用。它认为，较弱小的（或不适应的）公司会在较强大、较优秀、更胜一筹的公司手中相继死去。这被视为正当的自由放任资本主义，政府不应干预导致规模较小、较弱的公司被淘汰的自然经济进化。这一概念同样也适用于个人的成功，据此，社会中最成功的被认为是最聪明、最勤恳工作的，也最有适应生存能力。

——纽约州高中会考预备资料（Preparatory Information for the New York State Regents Examination）（1999—2011）[注]

虽然在20世纪，社会达尔文主义的话题司空见惯，不过19世纪的美国人却甚少关注这一达尔文主义的社会应用。就连达尔文本人也是如此，他写了《人类的由来和性选择》（*The Descent of Man, and*

Selection in Relation to Sex，1871）这本书，却只有几次拿自然选择理论去界定人类的行为。在人类的由来中，在标题是“自然选择对一些文明民族国家的影响”（Natural Selection as Affecting Civilized Nations）的章节中，他这样对比野蛮社会和文明社会：

> 在野蛮人之中，体力弱、智力低的人很快就被淘汰了，而存活下来的人一般在身体健康上都显得精力充沛。而我们文明人正好相反，我们千方百计地阻碍淘汰；我们建造医疗或休养的场所，收容痴愚、残废和病号；我们制定济贫的法律；我们的医务人员竭尽才能挽救每一条垂危的生命。我们有理由相信，接种牛痘的方法把数以千计的体质本来虚弱而原是可以由天花淘汰掉的人保留了下来。这样，文明社会里体弱低智的成员可以照样繁殖他们的种类。注

尽管人道主义有负面生物学效应，但达尔文用人性之尊严加以辩护。注

对此，大多数美国科学家或沉默以对，或谴责将达尔文理论加诸人类社会的行径。加利福尼亚的博物学家约瑟夫·勒孔特（Joseph LeConte，1823—1901），或许堪称美国最有影响力的进化论的科学推广人，他坚信人绝不会将自然选择像大自然对待生命那样对付在自己身上。人的灵性不允许。即便是地质学家兼人类学家、反对传统宗教的约翰·威斯利·鲍威尔（John Wesley Powell，1834—1902），也谴责把“生物进化的方法”用在人类身上：“倘若（赫伯特）斯宾塞哲学，那种混淆人与畜生、否定人类努力功效的哲学，成了20世纪的哲学”，他警告说，“文明就会被蒙上柩衣，文化将再次停滞。”注

英国哲学家斯宾塞的美国信徒——他不是达尔文主义者——在进化论的社会应用方面处于领袖地位。斯宾塞宣称人们“有权不理会当局”，他反对政府干预商业调控、支持宗教、教育青年，甚至反对政府关心贫病者——都是以科学和伦理道德的名义。他坚称，“虽然表面看

起来无情，但是最好让愚痴者承受愚痴注定的惩罚”。[注]他的著作在美国极为畅销，所以不必费力就能估算出他的影响力。[注]生物学家亨利·费尔菲德·奥斯本（Henry Fairfield Osborn，1857—1935）惊叹于斯宾塞的受欢迎程度，他说，斯宾塞的“科学语言中的A、B、C对大学教授而言都过于晦涩，必然在成千上万的读者中激起敬畏”。斯宾塞出了名的把神学贬为“不可知物”，除了怀疑论者和一神论者之外没人喜欢这个概念，他自然就不可能在主要信奉基督教的国度拥有声望。[注]虽然这位英国哲学家被视作资本主义的卫道士，为了生存不遗余力地斗争，但他最近的传记作品很有说服力——他被误解了：“斯宾塞认为，现代个体和社会不能通过生存斗争不断取得进步。”[注]

尽管斯宾塞受到正统信仰的指责，他还是募到了几位社会地位不错的美国信徒，包括威廉·格雷厄姆·萨姆纳（William Graham Sumner，1840—1910），耶鲁大学著名的政治和社会科学教授。萨姆纳常被认为是美国最出名的社会达尔文主义者，他一度这样教导学生：“如果我们不喜欢适者生存，我们就只剩一种选择，那就是不适者生存。”[注]但是生物进化论在他的社会研究中微不足道，到了1884年，他就再不谈适与不适了。他开始严厉地谴责帝国主义，特别是在美西战争时期。[注]

斯宾塞的另一位使徒叫安德鲁·卡内基（Andrew Carnegie，1835—1919），苏格兰出生的钢铁大亨和慈善家，时常用斯宾塞进化论说明财富集中的名正言顺。不过，总体而言，极大地影响了美国商人的既不是达尔文也非斯宾塞的思想。在几十年前一次简明的调查中，史学家欧文·G. 魏利（Irvin G. Wyllie）说：“镀金时代的商人在迎合世界不断变化的思潮里，既谈不上是十足的书呆子，也称不得受过良好教育。”[注]他们向《圣经》寻求伦理指导，而不是达尔文的《人类的由来》或是斯宾塞的《社会静力学》（*Social Statics*）。读过常青藤联盟的慈善家小约翰·洛克菲勒（John D. Rockefeller Jr.，1874—1960）——

不是他的父亲，虽然偶尔有人说是——在一次提到商界的生物进化时说，大企业的成长“不过是适者生存……这朵美国的美人玫瑰要盛放……唯有牺牲它周围业已存在的花蕾”。(注)

如我们所见，达尔文本人指出了现代医学的劣生作用。但出人意料的是，鲜有评论家注意这一点。医生们同其他受过良好教育的美国人一样，会谈论达尔文主义的优劣，却很少谈及它对公共卫生的影响。查尔斯·V. 恰宾（Charles V. Chapin，1856—1941）是为数不多的注意到进化论和医学之间显然存在冲突的医生之一，他是一位公共卫生领域的国际领袖人物。他的多数同事直接忽略掉一些生物学家和社会学家的抱怨：医生阻碍了“自然法则的良性运转，让最不适应社会的存活下来，使他们的种类得以增加”，恰宾则坦然正视这一挑战。(注)他承认，防治传染病的预防性措施干扰了“自然选择的作用，人为地存留了不适应者”，然而他最后说，医生不应当“放弃与疾病的斗争，让自然选择又为所欲为”。(注)另外预防传染病不仅保护弱者也保护了强者。

当宗教激进主义领袖威廉·詹宁斯·布莱恩（William Jennings Bryan，1860—1925）用达尔文的言论为自己对进化论的负面看法做背书的时候，并没有注意到，达尔文那段关于现代医学阻止自然选择作用于文明社会的有争议的文字，在20世纪20年代引发了什么样的热议。布莱恩在四处大肆攻击“达尔文主义的威胁”时，剖析过达尔文的“忏悔”。他指称，这位英国博物学家“谴责‘文明人’为弱者延长生命……医学是伟大的科学之一，主要目标是挽救生命、强壮弱者。达尔文却抱怨这干预了‘适者生存’”。(注)

达尔文主义可以为种族主义提供科学正当性，但这很少发生。小约翰·S. 哈勒（John S. Haller Jr.）在19世纪末对进化论和种族主义的调查显示，达尔文几乎未对种族言论产生影响：“达尔文主义之前的种族低劣旧观念在达尔文主义以后基本没变。”换言之，《圣经》中对上帝

诅咒诺亚子孙的记载依旧充分认可了黑人低劣的认定。史学家杰弗里·P. 莫兰（Jeffrey P. Moran）近来为此总结道：“虽然一流的进化论者常深陷优生学、科学种族主义的泥淖，但是非洲裔美国反进化论者从来也没有拿种族主义对达尔文主义的应用，作为反对进化论的证据。”注

同样，达尔文主义也可以用来证明性别歧视的正确性——它强调性选择、暗指雌性低劣，但这很少发生。和商务活动与种族态度一样，基督教不断地为性别歧视正名，而且不止于此，这个歧视的开端是夏娃对亚当的服从。金伯利·A. 哈姆林（Kimberly A. Hamlin）近来表示，19世纪援引达尔文的寥寥几位女权主义者特别歌颂了他的观察，“在一切物种中，除却人类，雌性会选择自己的性伴侣”，以此认为女性应该拥有选择权。此外，达尔文主义否定了对亚当和夏娃的一切记载。注

达尔文主义不时被拿来为帝国主义、战争正名，但这也同样很少发生。帝国主义跟我们研究过的其他意识形态一样，简直不需要科学的辩护。就连斯宾塞也谴责帝国主义是一种“新的野蛮行径”。注公众意识到达尔文主义与战争之间存在联系，这种意识在1914年到1918年欧洲发生第一次世界大战时显著增强，因为有人指控，是达尔文的生物学带动德国宣战。著名生物学家、斯坦福大学的建校校长大卫·斯塔·乔丹（David Starr Jordan，1851—1931）以当时人们不太熟知的“社会达尔文主义”为题，驳斥了所谓达尔文主义为战争辩护的“教条”。“战争的生物学观点，”他称，“没有科学合法性，与达尔文的教导也没有合理的关联。”注

到目前为止，我关注的都是达尔文主义影响美国社会思想和行为的有限途径。我没多谈社会达尔文主义，很大程度上是因为在20世纪初以前极少有——如果有的话——美国人提到过它。尽管在19世纪80年代初，欧洲大陆开始零星地在法国、西班牙、德国出现“社会达尔文

主义”这个词，但是英文的“社会达尔文主义”直到1903年才在美国出版物中首次亮相——社会学家爱德华·A. 罗斯（Edward A. Ross，1866—1951）用它来形容一些人，他们“在经济斗争中看到了‘适者生存’的同胞，对物种改良而言‘适者生存’是紧要的构成”。注自此后十几年，虽然社会达尔文主义常具有罪恶的内涵，但其意义却一直不明朗。

早期在美国社会学协会1906年会议上的一次讨论里透出来这种迷惑。达特茅斯大学的社会学家D. 柯林斯·韦尔斯（D. Collin Wells，1858—1911），或许是当时唯一一位自称社会达尔文主义者的美国人，他在会议上发表了一篇题为“社会达尔文主义”的论文，解释说他从欧洲作家手中借用了这一新奇的词语，指代“因变化而逐渐出现的新形式；多种过量形式的斗争；给定环境中极不适应者的淘汰与较为适应者的生存；只有通过不断斗争与无情淘汰才能维系种族的效率”。他讲话的内容致使评论家莱斯特·弗兰克·瓦尔德（Lester Frank Ward，1841—1913）这位反斯宾塞的协会主席吃了一惊，他这样解释自己的困惑：

> 在欧洲，特别是欧洲大陆，对他们所谓的“社会达尔文主义”存在大量的讨论。那里的学者并非都同意其内容，不过，肯定没有人用韦尔斯博士的方式运用这个词……在欧洲，这个话题的讨论与两个问题有关：其一，经济斗争；其二，种族斗争。现身捍卫“社会达尔文主义”的人主要是生物学家，完全不会有社会学家。因为多数社会学家在攻击它。注

相比之下，美国的社会学家基本上是唯一谈论社会达尔文主义的人了。

韦尔斯发表论文那一年，瓦尔德强烈谴责他的社会学家同伴们在写所谓社会达尔文主义的文章时，都不能理解“这一生物学斗争的实质”。他批评说，很多人甚至分不清达尔文进化论和拉马克进化论的区

别，也不了解自然选择的进程。不过抛开他们的无知和困窘，“他们中某些人发明了‘社会达尔文主义’这个词，树立起某种意义上的‘稻草人’，以彰显自己具有击倒它们的机敏”。他们急于抹黑可疑的经济和种族理论，“用想象”绘制出社会达尔文主义，打算“像堂吉诃德勇斗风车一般”和社会达尔文主义做一番较量。(注)

1944年，新崛起的美国史学家理查德·霍夫斯塔特（Richard Hofstadter）以一本薄薄的册子《美国思想中的社会达尔文主义》（*Social Darwinism in American Thought*）开始了他翻译美国文化的职业生涯。他在书中试图表明拥护自由贸易、军国主义、种族主义、帝国主义、优生学等保守“社会形态意识”的人们如何利用达尔文主义推进其粗犷个人主义目标。(注)虽然他警告说，这“容易夸大达尔文对种族理论和美国或欧洲军国主义的重要性”，包括其他史学家在内的许多读者确实是这样。(注)随着霍夫斯塔特的专著面世，“社会达尔文主义”成了美国历史中的一种修辞，尽管越来越多的证据表明，其存在本身就是个麻烦。

这词延续到了今天。科学史学家马克·A. 拉琴特（Mark A. Largent）最近的论文题目说明了一切：“社会达尔文主义的出现和功用，是为帝国主义、种族主义、保守的经济和社会政策正名。”(注)

---

1. （感谢Kostas Kampourakis和Bob Richards对本文提出的宝贵意见。）

   John P. Rafferty, ed., *New Thinking about Evolution* (New York: Britannica Educational Publishing, 2011), 56-57; Oswego CitySchool District Regents Exam Prep Center (1999-2011), accessed May9, 2015, regentsprep.org/regents/core/questions/questions.cfm?Course=ushg&TopicCode=3c.

2. Charles Darwin, *The Descent of Man and Selection in Relation toSex*, 2 vols. (New York: D. Appleton, 1871), 1:161-162.

3. See ibid., 1:172, 2:385-386; John C. Greene, “Darwin as a Social Evolutionist,” *Journal of the History of Biology* 10 (1977): 1-27; C. R.Darwin to William Graham, 3 July 1881, Darwin CorrespondenceProject Database (www.darwinproject.ac.uk/entry-13230); and

Richard Weikart, “A Recently Discovered Darwin Letter on Social Darwinism,”*Isis* 86 (1995): 609-611.

4. Ronald L. Numbers, *Darwinism Comes to America* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1998), 37-38 (quoting LeConte andPowell).

5. Herbert Spencer, *Social Statics; or, The Conditions Essential to Human Happiness Specified, and the First of Them Developed* (NewYork: D. Appleton, 1873), 413.

6. Publisher’s note in *An Autobiography,* by Herbert Spencer, 2 vols.(New York: D. Appleton, 1904), 2:113.

7. Henry Fairfield Osborn, “The Spencerian Biology,” *New YorkTimes,* April 6, 1890, 13. On Spencer’s negligible influence on Americanreligious thought, see Jon H. Roberts, *Darwinism and the Divine inAmerica: Protestant Intellectuals and Organic Evolution, 1859-1900*(Madison: University of Wisconsin Press, 1988), 76, 274, 290.

8. Mark Francis, *Herbert Spencer and the Invention of Modern Life*(Ithaca, NY: Cornell University Press, 2007), 2.

9. William Graham Sumner, *The Forgotten Man and Other Essays,*ed. Albert Galloway Keller (New Haven, CT: Yale University Press, 1918; originally written in 1879), 225.

10. Robert C. Bannister Jr., “William Graham Sumner’s SocialDarwinism: A Reconsideration,” *History of Political Economy* 5 (1973):89-109, on 102. On Sumner’s “un-Darwinian” approach, see Donald C.Bellomy, “ ‘Social Darwinism’ Revisited,” *Perspectives in American History,*n.s., 1 (1984): 1-129; and *Norman Erik* Smith, “William GrahamSumner as an Anti-Social Darwinist,” *Pacific Sociological Review* 22(1979): 332-347.

11. Irvin G. Wyllie, *The Self-Made Man in America: The Myth of Ragsto Riches* (New Brunswick, NJ: Rutgers University Press, 1954), 83-87.

12. Irvin G. Wyllie, “Social Darwinism and the Businessman,” *Procee-dingsof the American Philosophical Society* 103 (1959): 629-635,on 632.

13. Charles V. Chapin, “Preventive Medicine and Natural Selection,” *Journal of Social Science* 41 (1903): 54-60, at 54.

14. Ibid., 56.

15. William Jennings Bryan, *The Menace of Darwinism* (New York:Fleming H. Revell, 1921), 36-39. Bryan also quoted this passage from Darwin in his posthumously published “Last Speech,” printed in *TheWorld’s Most Famous Court Trial: Tennessee Evolution Case* (Cincinnati:National Book, 1925), 335. The only earlier use of the Darwin quotationthat I have found appeared in Caleb Williams Saleeby, *Parenthood andRace Culture: An Outline of Eugenics* (London: Cassell, 1909), 171.

16. John S. Haller Jr., *Outcasts from Evolution: Scientific Attitudesof Racial Inferiority, 1859-1900* (Urbana: University of Illinois Press,1971); Jeffrey P. Moran, "The Scopes Trial and Southern Fundamentalismin Black and White: Race, Region, and Religion," *Journal ofSouthern History* 70 (2004): 95-120, on 100. See also Eric D. Anderson,"Black Responses to Darwinism, 1859-1915," in *DisseminatingDarwinism: The Role of Place, Race, Religion, and Gender,* ed.Ronald L. Numbers and John Stenhouse(Cambridge: Cambridge UniversityPress, 1999), 247-266.

17. Kimberly A. Hamlin, *From Eve to Evolution: Darwin, Science,and Women's Rights in Gilded Age America* (Chicago: University ofChicago Press, 2014), 23. See also Sally Gregory Kohlstedt and Mark R.Jorgensen, "'The Irrepressible Woman Question': Women's Responsesto Evolutionary Ideology," in Numbers and Stenhouse, *DisseminatingDarwinism*, 266-293.

18. Mike Hawkins, *Social Darwinism in European and American Thought, 1860-1945* (Cambridge: Cambridge University Press, 1997),97. See also Paul Crook, *Darwinism, War, and History: The Debate overthe Biology of War from the "Origin of Species" to the First World War*(Cambridge: Cambridge University Press, 1994); and Edward Caudill,*Darwinian Myths: The Legends and Misuses of a Theory* (Knoxville:University of Tennessee Press, 1997), ch. 5.

19. Ronald L. Numbers, *The Creationists: From Scientific Creationismto Intelligent Design,* expanded ed. (Cambridge, MA: Harvard UniversityPress, 2006), 55-56; David Starr Jordan, "Social Darwinism," *Public,*March 30, 1918, 400-401.

20. Bellomy, "'Social Darwinism' Revisited," 42-51, 2. See also Geoffrey M. Hodgson, "Social Darwinism in Anglophone Academic Journals:A Contribution to the History of the Term," *Journal of Historical Sociology* 17 (2004): 428-463. Hodgson (433) and others have allegedthat the term "social Darwinism" first appeared in an American publication in an English translation of an article by the German zoologist Oscar Schmidt, "Science and Socialism," *Popular Science Monthly* 14(1879): 577-591; however, this is an error.

21. D. Collin Wells, "Social Darwinism," *American Journal of Sociology*12 (1907): 695-716, which includes Ward's commentary.

22. Lester F. Ward, "Social and Biological Struggles," *AmericanJournal of Sociology* 13 (1907): 289-299, on 289 and 293.

23. Richard Hofstadter, *Social Darwinism in American Thought, 1860-1915* (Philadelphia: University of Pennsylvania Press, 1944), vii.

24. Ibid., 147. See also Richard Hofstadter, "William Graham Sumner, Social Darwinist," *New En gland Quarterly* 14 (1941): 457-477.

25. Mark A. Largent, “Social Darwinism Emerges and Is Used to JustifyImperialism, Racism, and Conservative Economic and Social Policies,”in *Science and Its Times: Understanding the Social Significance ofScientific Discovery*, ed. Neil Schlager, vol. 5, *1800-1899* (Detroit: GaleGroup, 2000), 134-136.

III
20世纪

神话18
迈克尔逊-莫雷实验为狭义相对论铺平了道路

西奥多·阿拉巴齐斯（Theodore Arabatzis）和科斯塔斯·加罗鲁（Kostas Gavroglu）

迈克尔逊和莫雷发现，地球在太空中的速度和在相对光速中完全一样。其推理很清楚……一切的观测者肯定会发现，自己在太空中的运动和在相对光速中毫无二致。上述推理很清楚，至少对爱因斯坦而言——他的狭义相对论正是以此为基石。

——詹姆斯·理查兹（James Richards）等，《现代大学物理》（*Modern University Physics*）（1960）注

“科学神话”究竟是什么意思？通常是指那些传播和历史记录不符的故事，这是因为传播者对科学如何发展（或应如何发展）有自己独特的见解，或因为教师和教科书的作者觉得这样教对自己有利。科学史学家在遭遇这样的故事时，有义务纠正澄清。然而，这节，我们关注相对低调一些的神话，其主要特点是历史证据不失真。相反，它们挪用历史记录的方方面面，出于教学、意识形态、哲学等目的简化并转化这些点滴，慢慢自我形成。我们打算在这样的架构中检视一则特殊的神话故事：在许多教科书、专著和通俗读物中，迈克尔逊–莫雷（M-M）实验的“零结果”和相对论（STR）出现之间的紧密且近乎为因果的联系。

19世纪末至20世纪初，许多知名的物理学家都面临着一个相当尴尬的局面。艾尔伯特·A. 迈克尔逊（Albert A. Michelson，1852—1931）与爱德华·W. 莫雷（Edward W. Morley，1838—1923）在1887年进行了一项高度敏感的实验，为测量地球在以太中的相对速率而设计，但实验总是零结果。以太是詹姆斯·克拉克·麦克斯韦（James Clerk Maxwell，1831—1879）的电动力学之必要基础，因为它所预言的电磁波需要传播介质。事后看来，零结果或许表示，电磁波的传播不需要以太，不过这可不是能在19世纪物理学架构内开玩笑的事。对零结果的解释要么有问题，要么是造假：以太必须带有截然相反的特性；以太对聚拢物质的力或许具有未曾听闻的作用，引发物质沿着运动的方向收缩。

M-M实验和STR的出现之间存在的联系被证明是一个神话，这个神话非常出名，它出自杰拉德·霍尔顿（Gerald Holton，生于1922年）。霍尔顿充分利用的是这样一个事实：在阿尔伯特·爱因斯坦（Albert Einstein，1879—1955）1905年的STR原始论文中，没有明确地提到M-M实验。霍尔顿接着系统地检查了STR的各个来源，包括迈克尔逊实验在爱因斯坦理论起源中的作用似乎既微小又间接，以至于你或许会猜测，假使这项实验从未发生，对爱因斯坦的研究也没有丝毫影响。[注]数年后新的证明材料浮现，霍尔顿的看法依然如故："这项著名实验的影响不直接、不关键，但也不是完全不存在，可是却微小又间接。"[注]他揭穿了这则神话的真面目，具有影响力且方式优雅，并经受住了时间的考验，同样也查看了附加档案材料的其他人对该神话做的进一步加工提炼。[注]

霍尔顿认为该神话是对相对论诞生的教科书版本的记载，它深受科学实证主义哲学的影响，夸大了M-M实验的作用，让这个实验"成了"驱动爱因斯坦相对论的主要因素。事实上，它就是教科书作者歪曲爱因斯坦1905年论文的实例，我们后面将深入讨论，这些作者们对1900年马克思·普朗克（Max Planck，1858—1947）的黑体辐射论文、

尼尔斯·玻尔（Niels Bohr，1885—1962）1913年的原子结构论文做了一样的事。然而，爱因斯坦在这则神话的发展中，并不是完全无辜。即使他在1905年的论文里对M-M实验只字不提，从1907年的一篇评论开始，他颇有些健谈起来，有时在谈及实验的意义时会自相矛盾。[注]史学家不得不在爱因斯坦本人制造的泥潭中探讨这个问题，不是因为他对M-M实验在STR公式中的作用保持沉默，而是因为在他的余生中他一直对这个实验充满矛盾的态度。

这算是一种特别的神话，有两个原因：第一，即便爱因斯坦在1905年最原始的那篇论文里没有提到M-M实验和STR公式之间有明确的关联，他却在随后的论文、演讲、著作、访谈中都提到了M-M实验，说它在STR的形成与被认可中起到了积极的作用；第二，尽管科学史学家没有全然否认两者的关联，但是也不觉得零结果的作用如教材、专著、流行读物的作者们所编造的那样重要，以这种方式贬低了这个神话故事，说它有部分是虚假的。引人注目的是，研究爱因斯坦的学者在对M-M实验形成STR其实几乎没有异议：如果它确有作用，也绝不重要。[注]那么，相对于矫正历史记录这件事，我们的任务更在于研究M-M神话的性质与启示。

在关于M-M实验和STR关联的历史中，有一点霍尔顿强调得不够充分。[注]1907年，爱因斯坦在上述提到的评论文章《相对论及其结论》中，再三提起M-M实验，强调它启发了“最简单的可能性的设想”，即相对论。[注]霍尔顿只在一个脚注里提过那篇评论，而且在说起爱因斯坦提及M-M实验的话语晦涩难懂：“在这里，我们又一次发现了属于同一主题的语句，可将其视为隐含的历史。”[注]同样值得关注的是在1911年，马克斯·冯·劳厄（Max von Laue，1879—1960）曾到伯尔尼拜访过当时还在专利局工作的、写下第一本相对论专著的爱因斯坦，他说，M-M实验是“相对论的基础测试”，因此，这给后来的教科书编写者们亮起一盏绿灯，使他们敢于写下M-M实验在STR公式中的

重要性。㊟考虑到这些给后来教材的编写定下基调的说法，相对论起源的“教科书神话”似乎合理了起来，特别这没有超出教科书编写者的教学目标框架。

看来，被“控诉”编造、传播神话的科学文章和通俗读物作者们似乎无须愧疚。他们的回答可能完全正当合理：我们不过是追随爱因斯坦在不同场合中的言辞和文字，比方说，他在1907年的评论文以及他对物理学史的涉猎。㊟事实上，情况更加复杂。对M-M实验在STR起源中的作用，爱因斯坦终生都是两种心思。哪个故事才真实，他显得犹疑，时而否认自己知道M-M实验，时而赋予它关键作用；就这样，他给这则神话的不朽建起了理想的框架。

那么，也许是科学史学家在揭穿不存在的神话时出了点娄子？也许，他们在把一个神话归咎于教科书作者们之后，又造出了一个——至少是部分的——神话？答案是对，也不对。教科书的作者和普及者夸大了M-M实验对STR出现的意义，从这方面说，答案是对的，这些作者编造了一个神话。他们试图以教学上可取的方式，重建STR的出现，重点关注1905年以后的达尔文著作，从这方面说，答案不对。

这就是涉及M-M实验和STR缘起的神话的大致情况。其实，多数教科书的作者对另外一个神话的出现起了决定性作用，它从很大程度上塑造了许多代物理学家的历史意识：在许多教科书里，相对论的章节属于动力学的论证，很少涵盖电磁学的问题。STR以“正确的”力学的面目出现，它在光速趋向无穷大时会简化为牛顿力学。这是物理系学生学的内容，也是绝对多数物理学家的“感觉”。这是与爱因斯坦和STR历史几乎完全无关的“真正”的神话。爱因斯坦为解决电动力学的问题完成了STR公式，他主要目的之一是摆脱电磁理论的“不对称性”。而且，爱因斯坦在选择谈论M-M实验时曾屡次强调，该实验对相对论——而不是光速恒定不变——具有支撑作用。然而，在许多教科

书里，你看到的结论跟这不一样：M-M实验显示，不论光的来源怎样运动，光速恒定不变。

拿两本教育过数十万的大学生、有着现代物理基本知识和总体框架的教材来举例吧。它们经过反复修订、再版、翻译、使用，遍及全球。两本书里，力学一章的结尾处是STR，没有提到电动力学，而且，M-M实验的零结果和爱因斯坦对光速的假设有关：

> 迈克尔逊–莫雷实验——为检测地球穿过以太时的偏差——的零结果……只能在我们的思想发生革命性改变后才能理解；我们需要的新理论更简单更明确——光速与光源或观察者的运动无关。注

> 迈克尔逊–莫雷实验的结果……显示，在运动的地球上，光速在各个方向上都一样。注

这些是教科书作者经过系统耕耘后的另一则神话的要素：（1）M-M实验证明，无论光源的速度多少，光速恒定不变；（2）M-M实验驳斥了以太存在的假设；（3）狭义相对论以力学而非电动力学为背景形成；（4）狭义相对论是广义的牛顿力学。

在这类教科书中，M-M实验被放在“教学重建”相对论这一大背景下，其主要目的乃是促进对相对论的理解，合理且简单地再现相对论的缘起（或其证据基础）。当然，这些重建从史学史角度看并不无辜。他们为达目的，不可避免地简化并常常歪曲历史记录。此外，这些重建被限制在一种直观可信的“架构”里——新理论如何形成、如何被接受，这意味着“现象第一位”：旧理论解释不了的令人费解的现象激发出了新理论。注新理论除了解释令人费解的现象，总是把旧理论纳为极限情况，在受限领域内有效，确保科学变化的连续性和进步。

这种架构通常控制着一切现代物理在教材中的呈现方式。它表达了教科书作者们清晰表述“规范的”教材编纂史的共同目标。例如，仔细想想普朗克1900年的论文，他关注的是热力学第二定律和熵。普朗克论述了黑体辐射的实验测量，以及为宽范围的发射频率提出满意理论解释的难点；继而导出了维恩定律，那是由德国物理学家威廉·维恩（Wilhelm Wien，1864—1928）在1893年以实证方式提出的定律。论文中没有任何部分涉及低频的瑞利金斯定律。可是，教科书对普朗克如何介绍其理论的记载却是另一种表现手法：书上先是提出黑体辐射，讨论维恩定律和该定律对高频的成功描述。接着探讨瑞利金斯公式。最后再说，普朗克的研究工作对黑体辐射的整个光谱进行了统一解释。不但普朗克的论文里没提到瑞利金斯定律，詹姆士·金斯（James Jeans，1877—1946）对瑞利勋爵（Lord Rayleigh，1842—1919）推导公式的改进也是直到1905年才出现。注

类似的问题同样困扰着教科书中的玻尔原子模型的记载。玻尔1913年的论文三部曲之一《论原子结构和分子结构》（*On the Constitution of Atoms and Molecules*），第一部分即以一个悖论开篇：在经典电动力学框架内，欧内斯特·卢瑟福（Ernest Rutherford，1871—1937）的原子模型不能解释物质的稳定性。这正是玻尔试图缓和的地方，他只在文末展示了自己的能够保证原子稳定性的模型，并且为氢原子光谱做出了非常令人满意的说明。但在教科书中，一切都不同了。它们的开头几乎无一例外都是帕谢恩–巴尔末公式（Paschen-Balmer formulas），这个实证氢原子光谱的公式，并且紧接着安排玻尔出场进行解释。

爱因斯坦、普朗克、玻尔在原始论文中明白阐述的观点因为方便教学的教科书文化而被“篡改”。一些实验结果的说明或者解释不能令人满意，于是爱因斯坦、普朗克、玻尔想加以解释，这成了他们完成著作的动机。在教材的安排下，爱因斯坦不满意洛伦兹–菲茨杰拉德（Lorenze-Fitzgerald）对M-M实验的解释；普朗克不满意维恩定律和

瑞利金斯定律缺乏解释；玻尔不满意迄今仍未得到解释的帕谢恩–巴尔末系列。看起来，教科书具有连贯的史学史观，虽然在细节上有差别，但是它对作者和读者都具备强大的控制力：在教科书中，能巧妙地解释不听指挥的实验结果的，才是现代物理的英雄。

---

1. （感谢Kathy Olesko、John Heilbron、MansoorNiaz和本书主编对本文提出的宝贵建议。）
   James Richards et al., *Modern University Physics* (London: Addison Wesley, 1960), 763.
2. Gerald Holton, *Thematic Origins of Scientific Thought: Kepler toEinstein* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1973), 327.
3. Gerald Holton, *Thematic Origins of Scientific Thought: Keplerto Einstein*, rev. ed. (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1988),478.
4. See, for instance, John Stachel, *Einstein from "B" to "Z"* (Boston: Birkhäuser, 2002), 175; Arthur I. Miller, *Albert Einstein's Special Theoryof Relativity: Emergence (1905) and Early Interpretation (1905-1911)*(New York: Springer, 1998), 85; and Nancy J. Nersessian, "Ad Hoc IsNot a Four-Letter Word: H. A. Lorentz and the Michelson-MorleyExperiment," in *The Michelson Era in American Science*, ed. StanleyGoldberg and Roger H. Stuewer (New York: American Institute ofPhysics, 1988), 71-77.
5. Albert Einstein, "Über das Relativitätsprinzip und die ausDemselbenGezogenenFolgerungen," *Jahrbuch der Radioaktivität*4 (1907):411-462; English translation in *The Collected Papers of Albert Einstein*,vol. 2, *The Swiss Years: Writings, 1900-1909* (Prince ton, NJ: PrincetonUniversity Press, 1989), 252-311.
6. See, for instance, John Norton, "Einstein's Special Theory of Relativityand the Problems in the Electrodynamics of Moving Bodies ThatLed Him to It," in *The Cambridge Companion to Einstein*, ed. Michel Janssen and ChristophLehner (New York: Cambridge University Press,2014), 72-102.
7. See Richard Staley, *Einstein's Generation: The Origins of the Relativity Revolution* (Chicago: University of Chicago Press, 2009), 11.
8. Einstein, "Über das Relativitätsprinzip," 253, 257.
9. Holton, *Thematic Origins of Scientific Thought*, rev. ed., 352.
10. Max von Laue, *Das Relativitätsprinzip*(Braunschweig: Friedrich Vieweg un Sohn, 1911), 13.

11. Albert Einstein, *Essays in Science* (New York: Philosophical Library, 1934), 49; Albert Einstein and Leopold Infeld, *The Evolution of Physics* (Cambridge: Cambridge University Press, 1938), 183-184.

12. Charles Kittel, Walter D. Knight, and Malvin A. Ruderman, *Mechanics: Berkeley Physics Course*, vol. 1, 2nd ed., revised by A. Carl Helmholz and Burton J. Moyer (New York: McGraw-Hill, 1973), 326.

13. Georg Joos with the collaboration of Ira Freeman, *Theoretical Physics*, 3rd ed. (London: Blackie and Son, 1958 [1934]), 249. See also the epigraph at the beginning of this essay.

14. See Andy Pickering, “Against Putting the Phenomena First: The Discovery of the Weak Neutral Current,” *Studies in History and Philosophy of Science* 15 (1984): 85-117.

15. See Helge Kragh, “Max Planck: The Reluctant Revolutionary,” *Physics World* 13 (December 2000): 31-35.

神话19
密立根油滴实验简单又明了

曼苏尔·尼亚孜（Mansoor Niaz）

密立根以极妙的调查方法和异常精准的实验技术，实现了他的目标。

——阿尔瓦·古尔斯特兰德（Allvar Gullstrand），在为罗伯特·A. 密立根颁发诺贝尔奖时所做演说（Presentation Speech to a award Nobel Prize to Robert A. Millikan）（1924）

密立根的油滴实验，是首次直接且令人信服地对单一电子电荷的测量。它最初于1909年由美国物理学家罗伯特·密立根进行，密立根设置了一种在油雾中测量油滴上微量电荷的简单方法……经过反复应用这种方法，每滴油滴上电荷值总是最低值的整数倍，最低值是基本电荷的电荷值（约为1.602×10^{-19}库仑）。自密立根实验开始，这种方法为电荷以基本的自然单位存在提供了可信的证明。

——《密立根油滴实验》（*Millikan's Oil-Drop Experiment*），《大英百科全书》（*Encyclopedia Britannica*）注

电是什么？这似乎是一个简单的问题，甚至可以在今天的小学教室里进行讨论。电的存在，可以用木髓球与摩擦过丝绸的玻璃棒相接触时产生的运动来展现。1750年前后，本杰明·富兰克林（Benjamin Franklin，1706—1790）可能是首位提出带电粒子或原子概念的人。1881年，乔治·约翰斯通·斯托尼（George Johnstone Stoney，1826—

1911）第一次预测出一种带电基本单元的存在，并将其命名为电子。约瑟夫·约翰·汤姆生（Joseph John Thomson，1856—1940）以阴极射线实验测定出粒子中电荷与质量的比值，这些粒子不久被公认为普遍的带电粒子，并最终导致电子的发现。

科学界对基本电荷（e）的测定产生了广泛的兴趣，促使罗伯特·A. 密立根（Robert A. Millikan，1868—1953）深度参与对基本电荷的测量中。密立根的油滴实验通常被认为是一个简单、美丽、直截了当的实验，准确无误地完成了基本电荷测定。对《物理世界》（*Physics World*）读者的调查显示，他们认为油滴实验是有史以来“最美丽的”实验之一。我在本节将解释，这个实验不仅并不容易操作，对实验的解释也不易懂，这个实验在科学界存在相当大的争议，并且持续了多年。注

从木髓球到水滴再到油滴

物理学家们认为，基本电荷（e）是理解物质带电性的重要里程碑。不过，一些早期的实验，例如汤姆生在剑桥大学卡文迪许实验室的那些实验，都是极难设计的。早期的研究者通常在云室中进行实验，在那里，他们可以观察带电水滴云在电场和引力场中的运动。这类实验面临各种误差，如水滴会蒸发，云表面不稳定、扭曲、缺乏清晰度，这些都让测量变得困难，充斥着不确定性。1906年，当密立根开始在芝加哥大学着手类似的实验时，他也面临着一样的困难。因此，他开创性地以10,000V的电池代替了以前实验所用的4,000V电池。这产生了一个完全意想不到的结果：水滴云消失了，而少量单个水滴依然存在，在灯光照明之下可以很容易观察到一个个的亮点。十年之久的以云测量电荷的技术，至此戛然而止。注

密立根把用新技术取得的成果，发表在1909年8月于温尼伯（加拿大）举办的英国科学进步协会（British Association for the Advancement of Science）的会议上。尽管他取得了部分成功，还是存在一些误差来源——比如，单个水滴逐渐蒸发，电场缺乏统一性，难于固定水滴保持超过一分钟的观察。因此，密立根对实验进行了一些改进，其中最重要的可谓以油取代水（从而避免快速蒸发）。密立根后来回忆说，以油代替水的想法是在从温尼伯会议搭火车回芝加哥途中突然发生的，他就是在那次会议上遇见了卢瑟福这位核物理的先驱，还有其他致力于同类问题的人。密立根用油达成了一系列发现：（1）油滴本质上起到了实心球体的作用；（2）油滴的密度和大量油的密度一样；（3）当球形液滴在液体中运动时，油能更好地估计出液滴上的摩擦力。他于1913年发表了上述结果。注

争议

在维也纳大学工作的菲里克斯·埃伦哈夫特（Felix Ehrenhaft，1879—1952），进行了基于金属微粒（非油滴）的实验，和密立根的实验极为相似。事实上，这两位科学家获得十分相似的实验数据。然而，密立根假定存在一个普遍的带电粒子（电子），而埃伦哈夫特假定存在基于分数电荷的亚电子。埃伦哈夫特重新计算密立根的油滴数据时发现，密立根对电荷的测量值范围多变，但与自己的数据非常接近，这时争论开始了。埃伦哈夫特表明了密立根的方法为什么会产生矛盾。例如，密立根认为电荷几乎一样的两滴油滴有不同的电子数。他的同事们想知道如何解释这种差异。二人的争论持续了许多年，大概从1910年一直到1923年密立根获得了诺贝尔奖。最近公开的诺贝尔奖档案显示，尽管密立根自1916年起就获得了奖项的提名，不过诺贝尔奖委员会建议，只要他和埃伦哈夫特的争议仍然存在，该奖项就要保留。注

大概55年之后，也就是1978年，霍尔顿发现了密立根在加州理工学院的两本实验室笔记，这为这场争论增加了一个新维度。密立根的笔记有175页实验数据，从1911年10月28日到1912年4月16日，其中的多数被用在了他1913年发表在《物理评论》（*Physical Review*）的论文里。霍尔顿发现笔记中有140滴数据，但是发表的文章仅公布了58次观察结果。另外的82滴去哪儿了？看起来，密立根先是估算了电子电荷量，一旦油滴数据开始下降／上升，就去掉没有产生符合预期电子电荷量的实验。再后来，最近霍尔顿在读完密立根原始论文之后补充道：“所以，即使密立根囊括了所有的油滴数据，仍然得出同样的结果，那么，密立根最终结果的误差也不会很小，而是很大，这是他不喜欢看到的。”[注]

这就引出了一个问题：密立根是基于什么依据，丢弃了一半以上的观察结果呢？密立根的指导假设，是基于电的原子属性以及之前曼彻斯特大学的卢瑟福进行的实验，这是他自始至终的指导来源。密立根从自己的实验中发现，出于蒸发、球形、半径、油滴密度改变、实验环境变化（电池电压、秒表误差、温度、压力、对流等）而存在难点，故不能使用所有数据。埃伦哈夫特与密立根一样，也取得了所谓基本电荷（e）整数倍的数据，但更有许多不能形成e的整数倍的数据。霍尔顿认为，埃伦哈夫特使用了研究所得的所有金属颗粒数据，这才与密立根形成僵局。“看起来，”霍尔顿总结陈词，“可以拿这个观测记录说明，这两种截然对立的理论都有其合理性，故这两位准备充分的支持者和他们的合作者对此表示坚信。”[注]霍尔顿进一步指出，（与许多评论家和教科书作者相反）密立根测量的不是电子本身的电荷，而是转移到油滴上的成基本电荷（e）整数倍的电荷。[注]

教科书和实验室中的油滴实验

油滴实验在世界上几乎所有地区，都是高中课程及大学物理化学入门课程的重要组成部分。因此，密立根–埃伦哈夫特争议经由展示这两位训练有素的科学家如何以不同方法解读一样的数据，为学生们开启了一扇窗。通过对美国出版的31本普通化学教材和43本普通物理教材加以研究的结果表明：没有一本提到这场争议；极少教材解释了密立根测量的不是电子电荷而是经过转移的电荷；极少教材能对油滴实验由于出现各种实验变量非常难以操作，给出满意的解释。注

大多数教科书忽略了油滴实验最重要的方面之一，即密立根和埃伦哈夫特的指导假设。密立根依靠前人的研究成果和历史上的先例，欣然接受了电的原子性。与之相反，埃伦哈夫特采纳的是恩斯特·马赫（Ernst Mach，1838—1916）的反原子论观点，因此主张存在分量电荷（亚电子）。教材的记述同样忽略了油滴实验的各种其他要素，比如，科学家在困难面前的坚持，如何寻找新的替代性解释，如何应对同事们引发争议的批评。与之相反，这些教材认可的科学观使下述这类神话长期存在：准确直接的电子电荷测量，形成测量电子基本电荷的一系列了不起的实验，直接测量电子电荷、形成对其数值的高精度测量基础。有趣的是，即使霍尔顿的研究在1978年出版之后，教科书依然忽略密立根减少实验数据的过程存在争议性质。注

油滴实验在世界上很多地方大学本科物理的实验教学中依旧占据重要地位。在一项对11本美国的实验室手册的研究中，手册紧随普通大学物理和化学中出现的实验描述。然而，一些大学教师和手册作者确实提到了重复实验时遇到的困难，例如，选择观察哪些油滴。也许很多老师会感到惊讶，密立根自己也面临过同样两难的境地，在一次研究中丢弃了近59%的油滴研究。注

看来，油滴实验在今天的教学教材中依旧被视作简洁、美妙、精确、了不起的聪明实验，为基本电荷（e）的测定给出了使人信服的证

据。有趣的是，当代大学生认为，这项实验既不简单也不美妙，而是相当令人沮丧。

---

1. Allvar Gullstrand, “Nobel Prize Presentation Speech,” *Nobel Lectures: Physics, 1922-1941* (Amsterdam: Elsevier, 1965); *Encyclopedia Britannica Online*, s.v. “Millikan Oil-Drop Experiment,” retrieved20 March 2014, www.britannica.com/EBchecked/topic/382908/Millikan-oil-drop-experiment.
2. Joseph J. Thomson, “Cathode Rays,” *Philosophical Magazine* 44(1897): 293-316; Robert P. Crease, “Critical Point: The Most Beautiful Experiment,” *Physics World* 15 (2002): 19-20.
3. Gerald Holton, “Subelectrons, Presuppositions, and the Millikan-Ehrenhaft Dispute,” *Historical Studies in the Physical Sciences* 9 (1978): 161-224.
4. Robert A. Millikan, “On the Elementary Electrical Charge and the Avogadro Constant,” *Physical Review* 2 (1913): 109-143.
5. Gerald Holton, “On the Hesitant Rise of Quantum Physics Researchin the United States,” in *The Michelson Era in American Science, 1870-1930*, ed. Stanley Goldberg and Roger H. Stuewer (New York: AmericanInstitute of Physics, 1988), 177-205.
6. Holton, “Subelectrons,” 209; Gerald Holton, personal communication to the author, August 3, 2014, after having read a preliminary version of this essay (italics in the original), reproduced with permission. Iowe a debt of gratitude to Holton for this contribution.
7. Ibid., 199-200, emphasis added.
8. Ibid., 184.
9. MansoorNiaz,”The Oil Drop Experiment: A Rational Reconstructionof the Millikan-Ehrenhaft Controversy and Its Implications forChemistry Textbooks,” *Journal of Research in Science Teaching* 37 (2000):480-508; María A. Rodríguez and MansoorNiaz, “The Oil Drop Experiment: An Illustration of Scientific Research Methodology and Its Implications for Physics Textbooks,” *Instructional Science* 32 (2004): 357-386.
10. Holton, “Subelectrons”; MansoorNiaz, “An Appraisal of the Controversial Nature of the Oil Drop Experiment: Is Closure Possible?” *British Journal for the Philosophy of Science* 56 (2005): 681-702. Thisarticle reviews various interpretations of the oil-drop experiment and attempts closure.
11. Rodríguez and Niaz, “The Oil Drop Experiment,” 375-377;Stephen Klassen, “Identifying and Addressing Student Difficulties with the Millikan Oil Drop Experiment,” *Science & Education* 18 (2009):593-607.

神话20

新达尔文主义认为进化是随机变异与自然选择之和

戴维·J. 迪普（David J. Depew）

共同祖先的进化可能是真的，但新达尔文主义的进化——无制导的、计划外的随机变异和自然选择过程——不是真的。

——枢机大主教熊伯恩（Cardinal Christoph Schönborn），《发现大自然中的设计》（*Finding Design in Nature*）（2005）注

从20世纪40年代以来，被称作新达尔文主义（neo-Darwinism）（或现代综合达尔文主义，the modern evolutionary synthesis）的原则一直指导着专业性的进化论探究。注这些原则源于孟德尔遗传学与达尔文自然选择思想的融合。因此，将新达尔文主义进化论归纳为随机的遗传变异与自然选择之和，实属自然。事实上，反进化论主义者常如此描述。例如，发现研究院（Discovery Institute）——这个机构推广反进化论主义的智能设计论——称，它“对新达尔文主义……以随机变异和自然选择解释生命复杂性的能力……表示怀疑”。注

这种注解新达尔文主义的方式似乎已蔓延到了罗马天主教会。注克里斯多夫·熊伯恩（Christoph Schönborn，生于1945年）是维也纳的枢机大主教，也是退位教皇本笃十六世（Pope Benedict XVI，生于1927年）曾经的学生，本节的引语出自他2005年写给《纽约时报》（*New York Times*）的专栏。然而，一些天主教的进化论生物学家很快

出面干预，阻挠教会支持这种刻画新达尔文主义的方式。他们指出，不止变异和选择，还有更多因素对进化的改变施行着影响，进化是一个偶发事件被有选择地保留或是淘汰的过程，因此进化是一个谜。[注]偶然变异在需要适应的进化中当然至关重要，达尔文主义者和其神创论对手一样，都认为这样的进化是生命的显著特征。然而，后天习得的性状和特性极为实用，并且以目标为导向，使它们似乎是故意设计的结果，这些性状和特性也是许多其他因素的结果，用“随机的遗传变异加上自然选择”来形容适应性进化如何发生作用，就不合适了。

有一个不错的办法可以澄清对新达尔文主义的误解，就是重温其部分历史。在19世纪迈向终点前，遗传机制还几乎不为人所知。然而，在19世纪80年代，胚胎学家奥古斯特·魏斯曼（August Weismann，1834—1914）开始表明，只有种系能够得到遗传，后天获得的身体特性则不能遗传给后代。魏斯曼对遗传的描述形成了新达尔文主义——这个词最原始、最适当的意义。新达尔文主义之新在于它只从自然选择淘汰种系的不适变种、保留适应变种这一个方面解释适应，而达尔文不同，他认为用进废退是辅助解释某些适应的，并假设后天的身体特性可以遗传给后代（见神话10）。魏斯曼提出了与达尔文的“泛生论”相对应的“种质遗传”，坚持认为只有种系性状而非身体性状可以遗传。[注]

你可能想象得到，孟德尔学派自以为在1900年发现孟德尔被忽略的杂交研究（见神话16）可以支持新达尔文主义。然而在当时，远非如此。如今看来，魏斯曼的种系因素各自分立，并不相容。除非这些遗传因素自发突变，否则它们将在基因库中历经一代又一代而不改变，特别是当它们是隐性而非显性性状时，更可避开自然选择的影响。早期的新达尔文派认为，自然选择除了淘汰不适应的种系变种，还可能会慢慢扩散使种系适应环境的突变。不幸的是，他们又做了一项假设，某一代明显优秀的变种所有的自适应效应会在下一代逐步消

失，其后代的性状并不比正常性状更好，因此并不会在适应程度上取得净利。

早期的孟德尔派——例如威廉·贝特森（William Bateson，1861—1926）、雨果·德弗里斯、于1909[注]年造出“基因”一词的威廉·约翰森（Wilhelm Johannsen，1857—1927）——从早期的新达尔文主义观点中发现了矛盾之处。他们怀疑自然选择的力量曾经成功阻止了性状退化到平均水平的趋势。他们相信从头突发的一步式适应性突变。因此，对这些孟德尔派来说，突变——不是自然选择——是进化的“创造性因素”。[注]新达尔文派则指出，一次性突变极有可能破坏生物生存需要的适应程度，因此会被自然选择立刻清除。因此，在20世纪初，就出现了这种犹疑又语无伦次的说法：进化包括随机突变加上自然选择。[注]

最终，遗传学的发现确实说明突变与选择是统一的，但是这个融合经过二三十年才完成。[注]突破发生在1918年，统计学天才罗纳德·A.费舍尔（Ronald A. Fisher，1890—1962）运用了一个首次于1908年推导出的数学定理，表明当孟德尔定律扩大到自由杂交生物的全体时，新变种退化成平均水平的趋势消失了。[注]从这个角度看，孟德尔派认为没有表达的“等位基因”（alleles，希腊语的“其他”或“替代”）在基因库中仍为隐性基因是正确的。但是新达尔文派猜测具有重大影响的一次性突变是进化的创造性因素也没错。这类突变在统计学角度是极不可能发生的，所以幸运的突变形成的共同序列能驱使物种产生更多的适应就更不可能了。事实上，这几乎就和智能设计的拥护者们所希望的一般不可思议。尽管新达尔文主义的适应派（adaptationists）和突变派（mutationists）两者的统一发生在一个世纪以前，但是合并的影响依然被大大误解了。

那么，在进化中什么是创造性因素呢？在以实证检验生命体如何与基于统计的、概率性地对群体的思索并存时，我们能看到突变——

每一个突变都会产生一个小小的影响——和自然选择的确使群体的等位基因渐渐地不再平衡分布，当缺乏创造性因素时，等位基因历经一代又一代保持不变就是平衡分布。[注]所以，自然选择能像达尔文设想的一样有创意，虽然它常常联同其他因素一起作用。除了突变，还有基因流动，即移民，从一个亚群迁往另一个亚群时扩散着变体，与之同时伴随着杂交。基因漂变也会发生，这时，新变种在存在多个物种的小群体中偶然得以立足。基因漂变发生在小群体中的概率原因，与小球会有六七次落到轮盘的红色号码上但最终落到红色和黑色的次数会如预期般持平一样。[注]如果这些变异的等位基因适应良好，自然选择就能将其扩散到杂交的群体，并充斥该群体。

在统计学群体的角度，我们同样可以看到，自然选择推动适应进程的遗传变异不专属突变。虽然遗传物质的突变是产生变异的一种，但是减数分裂——产生精子和卵子的细胞分裂——中的遗传物质重组产生了大量的、自然选择可以对其加以作用的近似变异，现代综合进化论的创始人之一狄奥多西·杜布赞斯基（Theodosius Dobzhansky，1900—1975）说，其数量大到“抑制突变过程……可能也不太会影响未来群体进化的可塑性”。[注]近几十年来，随着发展过程方面的遗传学得到了更好的理解，更多的变异根源进入了人们的视野。调节发展进程时机和速度的基因序列是产生遗传变异的一种，这表明，自然选择能改变性状是因为从更根本上它能改变发展轨迹。这一发现表明，微小的基因组改变能引起多么大的形态变化。[注]表观遗传变异也有根源，例如将自身附在DNA上（甲基化作用）的化学侧链等。[注]

因此，群体思想使我们了解了，自然选择不仅仅是淘汰不适应的意外变化。可以肯定的是，它剔除有害的继得因素，而作用于几种变异之上，随着与其他因素一同产生作用，增加了繁衍较成功的杂交群体中的变体数量，它选择那些已经得到适应的生物、群体、团体、物种性状。自然选择在此过程中有几种作用模式。它会破坏，那么同物

种的群体可以利用稍有区别的资源基础最终独自繁衍，进化成新物种。在稳定的环境里，它有指向性，如果其中一种基因型恰好赋予其所属个体某种优势，它就会青睐那种基因型。在动荡的环境里，它会“平衡”彼时适应的基因型和当环境改变时或许有益的基因型，将它们各自的变种保存为隐性等位基因。总之，随着新达尔文主义逐渐成熟，它显示出自然选择是达尔文所认为的、进化中的卓越且富于创造性的因素。(注)

综上就很清晰了，试图将新达尔文主义形容为“随机突变加自然选择”，对一个引领了科学知识发现长达五十多年的探究框架而言有失公正。然而，可能有人依旧倾向这个公式，那是因为，它形容出新达尔文主义对机会有限却真实的依赖，这种形容方式显得不如智能设计那般具有说服力。“这一切绝妙的适应怎么可能只不过是场被封存的意外？”智能设计的支持者如此问道。不可能，达尔文回答，不该如此看待自然选择和相关因素的作用。

混乱源于对“随机”含义的不同理解。“随机”不等于“危险”或是“存在一切可能”，而是表示“无心”和“不可预测”。达尔文说变异等于“机会”，他的意思只是变异的原因和后续的适应性功用无关，不是表示变异没有原因。事实上，达尔文和他早期的支持者推定，变异是由未知的物理及化学的决定论法则引起的，与他们那个时代的科学核心法则一样。在分子遗传学家发现DNA序列的自发性变化是突变的主要来源之后，科学家才能相信，突变有很强的随机意义，是偶然的。

这造成了歧义。当今的达尔文派仍然沿袭着达尔文使用“机会”这个词的方式。出现自然选择而成的遗传变异，是与其对成功繁衍的可能影响毫无关系的。从这点来说，“机会变异”是自然选择定义之一。不过，公式“随机遗传变异加自然选择”在把“随机遗传变异”定位成先于并独立于自然选择方面，狡猾地使学生和他人以为，也是一位反达尔文派所言，“根据达尔文主义，我们的存在纯属偶然”。(注)之所以如

此，是因为该公式强调了自然选择的淘汰作用；隐性了自己对生命适应环境的“创造性”作用；大大缩短了突变及性状之间各种原因和等级的长链；忽略了达尔文探寻结果无法预测的自然进程时是要解释——不是巧辩——生命各种功能性、目标导向性、目的性的性状。

如果适应再适应后的生命所具有的适应的性状是有意识的设计，那么我们期待有一位优秀的设计师，比如一位优秀的工程师，设计目标宏伟如人类的进化。达尔文派可以说地球生命的历史中有多少适应性、多少偶然性，但是如果要说这是一部以人类出现为导向的历史，他们做不到。[注]对于以生物学实现自己对整体进化意义的渴求的人，这真是沮丧。他们在失望中可能会低估新达尔文派已然确保无误的大量功能性器官和以目标为导向的行为。拒绝把适应性的自然选择描述成“没有设计师的设计”，达尔文派就可以纠正这一误解，但一场本不必要的大论战正为之骚动。

---

1. （感谢Dick Burian和本书主编帮忙改进本文质量。）
   ChristophSchonborn, “Finding Design in Nature,” *New York Times*, July 7, 2005, A27.
2. Julian Huxley, *Evolution: The Modern Synthesis* (London: Allenand Unwin, 1942).
3. A Scientific Dissent from Darwinism, Discovery Institute, accessed April 13, 2014, www.dissentfromdarwin.org.
4. Pius XII, *Humani Generis*, 1950, at http://w2.vatican.va/content/pius-xii/en/encyclicals/documents/hf_p-xii_enc_12081950_humani-generis.html; John Paul II, “Message to the Pontifical Academy ofSciences: On Evolution,” 22 October 1996, www.ewtn.com/library/ PAPALDOC/JP961022.HTM.
5. G. M. Auletta, M. Leclerc, and R. Martinez, eds., *Biological Evolution: Facts and Theories; A Critical Appraisal 150 Years after “The Origin of Species”* (Rome: Gregorian and Biblical Press, 2011); Ronald L.Numbers, *The Creationists: From Scientific Creationism to Intelligent Design*, expanded ed. (Cambridge, MA: Harvard University Press, 2006),395-396.
6. August Weismann, *The Germ-Plasm: A Theory of Heredity* (NewYork: Charles Scribner’s Sons, 1893 [1892]), xiii.
7. Wilhelm Johannsen, *Elemente der exaktenErblichkeitslehre*(Jena:Gustav Fischer, 1909).

8. Talk about factors of evolution and contestation about which isthe "creative" factor go back to Herbert Spencer, *The Factors of OrganicEvolution* (New York: D. Appleton, 1887). Factors are sometimesalso referred to as agents or forces of evolution.

9. Vernon Kellogg, *Darwinism To-Day: A Discussion of Present-DayScientific Criticism of the Darwinian Selection Theories* (New York: Holt, 1907).

10. William Provine, *The Origins of Theoretical Population Genetic*s (Chicago: University of Chicago Press, 1971).

11. The theorem is the Hardy-Weinberg equilibrium formula, namedafter the mathematicians who simultaneously but in de pen dentlyderived it. See G. Hardy, "Mendelian Proportions in a Mixed Population," *Science*28 (1908): 49-50. The reconciliation of Mendelism and Darwinism was first set out in Ronald A. Fisher, "The Correlation of Relations onthe Supposition of Mendelian Inheritance," *Transactions of the Royal Societyof Edinburgh* 52 (1918): 399-433.

12. Huxley, *Evolution*, 28; Theodosius Dobzhansky, *Ge ne tics and the Evolutionary Process* (New York: Columbia University Press, l970), 430-431; Ernst Mayr, introduction to *The Evolutionary Synthesis*, by ErnstMayr and William Provine, eds. (Cambridge, MA: Harvard UniversityPress, 1980), 18, 22.

13. On genetic drift, see Roberta Millstein, Robert Skipper, and MichaelDietrich, "(Mis)interpreting Mathematical Models: Drift as a Physical Process," *Philosophy and Theory in Biology* 1 (2009): e002.

14. Theodosius Dobzhansky, remark at the University of ChicagoDarwin Centennial Celebration, November 1959, Panel 2, in Sol Tax andCharles Callendar, eds., *Evolution after Darwin*, 3 vols. (Chicago: Universityof Chicago Press, 1960), 3:115.

15. Sean B. Carroll, *Endless Forms Most Beautiful: The New Scienceof EvoDevo and the Making of the Animal Kingdom* (New York: W. W.Norton, 2005); Scott Gilbert and David Epel, *Ecological DevelopmentalBiology* (Sunderland, MA: Sinauer, 2009).

16. Eva Jablonka and Marian Lamb, *Evolution in Four Dimensions: Genetic, Epigenetic, Behavioral, and Symbolic Variation in the Historyof Life* (Cambridge, MA: MIT Press, 2005).

17. David Depew, "Conceptual Change and the Rhetoric of Evolutionary Theory: 'Force Talk' as a Case Study and Challenge for Science Pedagogy," in *The Philosophy of Biology: A Companion for Educators*,ed. Kostas Kampourakis (Dordrecht: Springer, 2013), 121-144.

18. Jonathan Wells, "Evolution and Intelligent Design," Discovery Institute, June 1, 1997, www.discovery.org/a/77.

19. Stephen Jay Gould, *Wonderful Life: The Burgess Shale and theNature of History* (New York: W. W. Norton, 1989), stresses accident inthe larger history of life on earth. Simon Conway Morris, *The Crucible ofCreation: The Burgess Shale and the Rise of Animals*

(Oxford: OxfordUniversity Press, 1998); and Simon Conway Morris, *Life's Solution: InevitableHumans in a Lonely Universe* (Cambridge: Cambridge UniversityPress, 2003), stress cumulative adaptedness.

神话21

桦尺蛾的黑变病不是自然选择进化的真正实例

戴维·W. 鲁吉（David W. Rudge）

伪装是自然选择青睐黑蛾的原因吗？也许不是。进一步的研究表明，这些蛾类白天不常栖息在树干上。污染似乎也有一些影响。

——乔治·B. 约翰逊（George B. Johnson）和乔纳森·B. 洛索斯（Jonathan B. Losos），《生命世界》（*The Living World*）（2010）㊟

工业黑化现象是指工业革命之后（约1760—1840），在工业区周边，黑色类型的蛾类迅速增多。首先发现的是桦尺蛾（Biston betularia），英国及欧洲大陆都熟悉的常见蛾类，因其灰白带有斑点的外表得名。1840年，在英国曼彻斯特附近发现了一种罕见的黑色类型的桦尺蛾，使得博物学家和昆虫收藏家们开始搜寻更多的、最初被认为是大自然运动的实例。短短几十年光景，他们又发现了大量的黑色桦尺蛾和许多其他黑色类型的物种。尤为奇怪的是，这些黑色品种出现较多的地方局限在制造中心附近，严重的空气污染让那里的环境显得灰蒙蒙一片。遗传学家查明，黑色的桦尺蛾是单一基因变异的结果，绰号“杰克”的霍尔丹（John Burdon Sanderson Haldane，1892—1964）在一篇颇有影响的论文中指出，这种明显的基因传播速度表明，在受到影响的环境中，黑桦尺蛾具有巨大的选择性优势。㊟

这些研究使进化生物学家认识到，工业黑化现象是自然选择发生在自己眼前的实例。若我们以达尔文自然选择理论看待工业黑化现象，显然：

> 如果桦尺蛾有黑色和灰色类型，如果两者的差异和不同环境中的生存差异存在相关性；并且，如果黑色和灰色类型可遗传；并且，如果自然中存在资源竞争，基于黑桦尺蛾远比可能存活的那一类桦尺蛾繁衍得多这一事实。可见，在某环境下，生存概率有提升可能的某种桦尺蛾，在该环境居住一段时间后数量会明显增加（假设还没有处于平衡状态）。

读者应注意，这里所说的达尔文理论，我们不需要确切知道，负责黑色的基因是如何在污染环境中给黑蛾提供了更大的生存优势的。单是因为黑色可以遗传及这种差异和生存差异有某种联系，使它成了自然选择的一例。

工业黑化是自然选择的实例，这在研究该现象的科学家之间并无异议，尽管工业黑化现象的准确原因历来存在大量的争议，黑色类型在被影响的地区越来越普遍，其原因饱受争论。黑色类型在受到影响的地区更常见，是因为黑色具有的伪装价值使其栖息在煤烟色背景下时能不被捕食者发现——比如鸟类，通常以为，詹姆斯·威廉·塔特（James William Tutt，1858—1911）是首位普及这一观点的人。的确，通过比较栖息在没有被污染的灰色树皮及被煤烟染黑了的树皮上的灰色和黑色桦尺蛾，塔特的这种直觉显而易见。

早期的研究者还考虑了黑色类型变得普遍的其他解释。绰号“亨利”的埃德蒙·布里斯科·福特（Edmund Brisco Ford，1901—1988）是一位生态遗传学（进化生物学的一个实验类分支，通过实验及田野实验致力于研究进化的遗传基础）的先驱，他相信，这个现象比大部分生物学家以为的还要复杂。福特看重的坊间证据认为，受到影响的黑色

类型总是“适应力更强”。虽然其精准含义需要由研究人员决断，但存在一种共识，黑色桦尺蛾在生理上优于灰色桦尺蛾，也就是说，它更能忍受污染物中的毒素。福特得出结论，这种生理优势是黑桦尺蛾日益常见于被影响区的主因，黑蛾之所以仅在污染区扩散，是因为在非污染区黑色具有明显劣势，黑桦尺蛾栖息在灰白色地表时会过于明显。詹姆斯·威廉·赫斯洛·哈里森（James William Heslop Harrison，1881—1967）是另一位20世纪初的英国博物学家，他对此做出了另一番解释。他给毛虫喂食受到污染的树叶以便进行研究，基于此，他说，工业煤烟辐射中的铅盐具有诱变性。调查结果在宣布时引起轰动，因为这是拉马克式遗传（亲代后天所得的性状可能遗传给子代，见神话10）的证明。其他研究者试图重现哈里森的实验结果，但都没成功，人们指控他的原始实验是欺诈。注

早期的研究者起初不愿意采用塔特总体直观的解释，部分原因是因为既不清楚鸟类是不是桦尺蛾的主要捕食者，也不清楚它们是不是和人类一样在蛾与背景一色时难以发现它们。20世纪50年代，亨利·伯纳德·戴维·凯特维尔（Henry Bernard Davis Kettlewell，1907—1979）进行了一系列开拓性的田野实验，旨在解决这些问题。他采用了标记、放回、重新捕捉等手段进行实验，把已知数量的做过标记的灰蛾及黑蛾放归乡间的污染区及无污染区，然后以灯光和组装的罗网尽可能重新加以捕获。他推理说，同等条件下，重新捕获率应该相当。相反，如果一种类型在特定环境中具备优势（例如，黑蛾在烟煤染黑的环境里比灰蛾更能逃过鸟类的捕食），受到青睐者的重新捕获概率会更高，这是因为在放捕之间它们更能存活下来。凯特维尔的发现如下：在受到污染的环境中，重新捕获黑蛾的数量两倍于白蛾；而在未受污染的环境中则恰恰相反。凯特维尔还把两种桦尺蛾放到两种环境中被煤烟熏黑的树干上及灰白树干上，发现了其中关联，绰号“尼克”的尼古拉斯·廷贝亨（Nikolaas Tinbergen，1907—1988）藏在一旁（有个屏障遮住不让鸟类发现）录下来捕食顺序。在这些影像记录中，各种鸟

类以蛾为食，它们的捕食与蛾栖息在树干上的明显程度有关。他们还记录了鸟类捕捉蛾的速度，说明了之前忽视鸟类捕食者的原因。注

工业黑化现象的直观本质（和当时的其他例子相比）与凯特维尔显然权威的完美简洁的论证，让教科书全盘采用了这种认识。到20世纪60年代后期，美国的生物教材已经普遍收录了工业黑化现象，并将其选定为自然选择的典范。注这与该现象的其他研究者相矛盾，他们虽然认同凯特维尔的结论，但对他的研究实施方式有所保留，例如将桦尺蛾释放到树干上的方式，同时对他假设桦尺蛾大白天就昭然栖息在树干上的看法也有所保留。确实可以说，自凯特维尔在20世纪50年代早期的首次研究以来，多数对工业黑化的研究，无论是凯特维尔还是其他人，都在试图纠正已经存在的问题。不过应该承认，凯特维尔解释的基本轮廓至少有八项田野研究加以佐证。其中一项在欧洲和美洲两块大陆上进行的研究令人印象深刻，它记录了两地的黑桦尺蛾都有类似的增多，随着英国和美国推出空气清洁法又都意料之中减少了。此外，最近一项长达6年的大型捕食实验，是由已逝的迈克尔·摩杰斯（Michael Majerus，1954—2009）特别进行的设计，以处理与凯特维尔的原始研究相关的问题，这项实验为鸟类的捕食选择性找到了目前来说最直接的证据。对该现象的研究人员来说，它无疑是自然选择的生动案例，主要由于鸟类捕食者的差异化而形成。教科书将焦点放在其他因素的影响上，如二氧化硫浓度和差别迁徙，现代研究已经确定，该现象比教科书所说的复杂得多。注

对于那则凯特维尔的标准故事，评论家们通常认为，近来坊间对蛾类的观察显示，它们高高栖息在树冠里，而不是普通的树干表面，这彻底颠覆了这个例子。研究该现象的科学家们还没有结论。并非因为他们在对立的证据面前固执己见，而是因为以鸟类的捕食选择性为主的解释，依然是对已知证据的最佳说明。观察到蛾类有栖息在别处的概率，只会使我们留心，桦尺蛾的生存历史需要施以更加系统的研究观察。至于负责黑色的基因为什么拥有选择特权，仍存在一些悬而

未决的疑问，但这不是质疑该现象是——并且依然是——一则关于自然选择的证据非常确凿的实例。

然而，工业黑化现象在近年来成了评论家们针对进化论的避雷针，它让人注意到，为入门级读者写的教材在记述上存在差异，编写技术出版物的科学家们有着共同的微妙之处。智能设计理论家乔纳森·威尔斯（Jonathan Wells，生于1942年）强调说，这些分歧是教材的作者曲解进化论证据的系统手法，因此竭力主张生物教科书贴上警示标签。(注)他对“设计好”的照片特别感到不安，这样的照片会误导读者，使读者以为桦尺蛾都是栖息在树干上的（教材只是想说明，当桦尺蛾栖息在一色或有反差的背景前，有多难或是多容易被发现，不过这个更显而易见的解释却被忽略了）。朱迪斯·胡珀（Judith Hooper，生于1949年）在最近的一次普及活动中几乎直斥凯特维尔造假，可这完全是没有根据的指控。(注)

这些毫无根据的攻击带来意料之中的后果，从21世纪初以来，用工业黑化现象作为自然选择例子的美国生物教材急剧减少。(注)这反映了教科书的普遍缺点。考虑到篇幅和预期的受众，教科书的作者尽可能把科学写得简明。系统地删减科学过程的细节，不利于塑造科学结果具有确定性而非实验性，以及科学结果乃是持续研究的目标。还一直有凯特维尔独自工作的传闻，而其实他非常倚重同事们，更不消说他使用了许多业余博物学家收集的灰桦尺蛾和黑桦尺蛾的分布记录。(注)重要的是要认识到，每个科学事实的背后都有一段故事，把教科书对工业黑化条目的确定无疑和对这一现象的实际所知两相比较，你就可以开始欣赏所谓科学本质的各个方面了——比如科学知识的实验性本质。(注)

---

1. （感谢Bruce Grant阅读本文初稿，感谢David Depew提出建议，特别感谢本书两位主编的建议。）

George B. Johnson and Jonathan B. Losos, *The Living World*,6th ed. (New York: McGraw-Hill, 2010), 303.

2. John B. S. Haldane, “A Mathematical Theory of Natural and Artificial Selection,” *Transactions of the Cambridge Philosophical Society* 23(1924): 19-41.
3. Edmund B. Ford, “Ge ne tic Research in the Lepidoptera,” *Annalsof Eugenics* 10 (1940): 227-252.
4. Henry B. D. Kettlewell, “Selection Experiments on Industrial Melanismin the Lepidoptera,” *Heredity* 9 (1955) 323-342; Henry B. D. Kettlewell, “Further Selection Experiments on Industrial Melanism in the Lepidoptera,” *Heredity* 10 (1956): 287-301.
5. David W. Rudge and Janice M. Fulford, “The Role of Visual Imagery in Textbook Portrayals of Industrial Melanism,” in *Science and Culture: Promise, Challenge and Demand; Book of Proceedings for the Eleventh International History, Philosophy and Science Teaching(IHPST) and Sixth Greek History, Philosophy and Science Teaching Joint Conference*, ed. Fanny Seroglou, VassilisKoulountzos, and AnastasiosSiatras (Thessaloniki, Greece: Aristotle University, 2011), 630-637.
6. Bruce S. Grant, “Fine Tuning the Peppered Moth Paradigm,” *Evolution*53 (1999): 980-984; Lawrence M. Cook, “The Rise and Fall ofthe Carbonaria Form of the Peppered Moth,” *Quarterly Review of Biology*78 (2003): 1-19; Bruce S. Grant et al., “Geographic and TemporalVariation in the Incidence of Melanism in Peppered Moth Populations inAmerica and Britain,” *Journal of Heredity* 89 (1998): 465-471; LawrenceM. Cook et al., “Selective Bird Predation on the Peppered Moth: TheLast Experiment of Michael Majerus,” *Biological Letters* 8 (2012): 609-612; Michael E. N. Majerus, *Melanism: Evolution in Action* (Oxford: OxfordUniversity Press, 1998).
7. Jonathan Wells, *Icons of Evolution: Science or Myth? Why Muchof What We Teach about Evolution Is Wrong* (Washington, DC: Regnery Publishing, 2002), x. For a critical appraisal, see David W. Rudge, “CrypticDesigns on the Peppered Moth,” *International Journal of Tropical Biologyand Conservation* 50 (2002): 1-7.
8. Judith Hooper, *Of Moths and Men: An Evolutionary Tale: Intrigue, Tragedy and the Peppered Moth* (London: Fourth Estate, 2002). For acritical appraisal, see David W. Rudge, “Did Kettlewell Commit Fraud?Re-examining the Evidence,” *Public Understanding of Science* 14 (2005):249-268.
9. Rudge and Fulford, “Role of Visual Imagery,” 632.
10. David W. Rudge, “H. B. D. Kettlewell’s Research, 1937-1953: The Influence of E. B. Ford, E. A. Cockayne and P. M. Sheppard,” *Historyand Philosophy of the Life Sciences* 28 (2006): 359-388.

11. David W. Rudge, “Does Being Wrong Make Kettlewell Wrong forScience Teaching?” *Journal of Biology Education* 35 (2000): 5-11.

神话22

鲍林发现了镰状细胞贫血的分子基础，这彻底革新了医疗实践

布鲁诺·J. 斯特拉瑟（Bruno J. Strasser）

我们用了将近半个世纪，以遗传性贫血这“第一例分子病”，从实验室的大门迈进了临床医学的门槛。

——A. N. 谢克特（A. N. Schechter）、G. P. 罗杰斯（G. P. Rogers），《镰状细胞贫血：基础研究进入临床阶段》（*Sickle Cell Anemia: Basic Research Reaches the Clinic*）（1995）

人类的疾病如何由单个基因的遗传诱发……镰状细胞贫血，是一种能产生有缺陷的血红蛋白的隐性遗传病，是血红蛋白基因特定突变的结果。

——特蕾莎·奥得瑟克（Teresa Audesirk）、杰拉德·奥得瑟克（Gerald Audesirk）、布鲁斯·E. 拜尔斯（Bruce E. Byers），《生物：地球上的生命》（*Life on Earth*）（2011）注

有乳腺癌基因，有阿尔茨海默病基因，肥胖症、酗酒也都有相应的基因。今天，人们普遍认为单个基因能独自决定复杂的人类性状，且疾病的解决办法取决于对这些基因的研究，这看法太过普遍以至于很容易被忽视。这种看法至少有部分是植根于科学史上一个强大的神话：莱纳斯·鲍林（Linus Pauling，1901—1994）对镰状细胞病分子基础的发现，对病患的治疗有所改善。注

鲍林或许是当时最伟大的物理化学家，这位最终赢得了两次诺贝尔奖的人，于1949年在《科学》上发表了一篇论文，题为《镰状细胞贫血，一种分子疾病》（*Sickle Cell Anemia, a Molecular Disease*）。他在文中表明，因疾病引发剧痛和其他症状的病患，他们的血红蛋白分子和没有这些病症的人不同。更确切地说，镰状细胞贫血的血红蛋白呈现出与正常血红蛋白不同的电荷，这通过电泳仪可以观察到。由于已知这一疾病以孟德尔方式遗传，鲍林的结论就意味着，单个基因和由此产生的分子可以决定疾病的发生。从那时起，鲍林的论文被科学文献引用了接近2,000次。更重要的是，它已经被几乎所有的高中及本科生物教材列为对"人类的疾病如何由单个基因的遗传诱发"的解释——这是标准教材的说法。半个多世纪以来，一代代学生通过这个例子了解了基因和疾病之间的关系。继孟德尔的豌豆之后，鲍林的镰状细胞贫血的血红蛋白不可避免地成了一则基因（和分子）如何决定复杂性状的故事。㊟

但是，鲍林的突破也被用来说明了更为广泛的观点。它成了该怎样开展医学研究的典范。以实验室为起点的医学研究将会破解疾病的真正原因，发现治愈病患的新临床疗法。作为研究实践，这一典范是当代生物医学的核心。自鲍林的工作以后，其他医学的成功例子也被拿来说明这两点（例如，PKU即苯丙酮尿症的遗传病、囊性纤维化），可是没能像镰状细胞贫血一样为人所知，它已然成了一个强大的神话，成了一项特定研究议程的标志。

法国语言学家罗兰·巴特（Roland Barthes，1915—1980）在《神话学》（*Mythologies*）中说，神话不仅仅是对世界不精确的陈述；神话更是一场特定的演说。神话是对价值、信念、抱负的集体表达，尽管它字面上的内容并不是真的。神话是每个群体集体记忆的一部分，影响着人类的身份认同和命运。在科学中，过去的集体记忆塑造着研究议程（什么问题值得追求）及学科界限（谁属于哪个学科）。因此，神话在（无法完全）反映过去的同时也塑造着未来。因此，解释神话

如何、为何在特定时期的特定群体中成形，比单纯揭穿其不确切性更有启发。(注)

鲍林的“分子医学”神话

鲍林的发现主要在于其镰状细胞贫血分子疗法“开创了分子医学的新纪元”，“分子神话”正是围绕这一发现架构起来的，它为病患开启了成功的、“合理的化学治疗办法”，也带来了“治疗进展”。其实上述这些都缺乏历史准确性，其原因正体现了21世纪的生命科学史与医学史。(注)

“分子医学”的确切含义相当模糊。不过，在鲍林的论文发表之前的几十年里，对（宏观）分子和疾病之间关系的研究很普遍。例如，生物化学家弗雷德里克·高兰·霍普金斯（Frederick Gowland Hopkins，1861—1947）对维生素的研究在健康和疾病领域确立了维生素的重要性。在鲍林发表论文的前一年，一篇长达百页的报告描述了几十种通过电泳法解析发现其与血液蛋白量变及质变相关的疾病，这一技术也被鲍林和合作研究人员所采用。鲍林是最早找到“‘有缺陷的’血红蛋白分子与镰状细胞病的病例后果间存在直接联系”的第一人。鲍林认为其机理相当简单：镰状细胞贫血的血红蛋白分子之间或许能够互相作用……使细胞内至少有部分分子对齐，从而导致……细胞膜扭曲，血红细胞形成独特的镰刀状，最终使血液循环产生障碍。因此，尽管鲍林确实为如何从分子角度解释疾病病因学（或原因）找到了一个有力的例证，他却没有开创“分子医学的新纪元”。(注)

医学不止要找出病因，更致力于治疗，或者理想的是治愈疾病。在认为鲍林开创了“合理的化学治疗办法”的背后，是对早期化学治疗办法（如筛检）“不合理”、不成功的批判。这也不是真的。德国医师

保罗·埃尔利希（Paul Ehrlich，1854—1915）对治疗梅毒的探索，产生了首次成功的化学治疗，他经过数周枯燥的化合物实验，直到第606次才终于出现了治疗效果。但这些化合物的选择并不合理。选择基于埃尔利希的理论，该理论认为，化学染料如果能够将细胞染色，是因为染料化学附着在了有机物上，这就形成了能产生生物效应的理想对象。20世纪最伟大的药品，从磺胺类药物到抗癌的抗生素药物，大多数是用类似的方法生产的。注

该神话正确地描述了鲍林的远见：对发病机理详细的分子理解理应能直接确定治疗性分子。鲍林先是假设异常血红蛋白分子之间的彼此作用会引发血红细胞畸形，又紧接着表示，阻止这种作用的化学药物能够治愈该疾病。临床结构都不成立。被检验的分子的确中止了血红蛋白的作用，可是产生了其他通常有毒性的效果。虽然鲍林赞同“人只不过是分子的集合”，但是对人的“治疗”远比他预想的复杂得多。注

较为人知的是，鲍林考虑用另外一种办法消除镰状细胞病：优生学。1968年，他竟然建议道：“应在每个年轻人的额头上刺青，昭显其具有镰状基因。”数年后，他说，携带能形成镰状细胞病突变基因的父母把疾病遗传给孩子的概率太高（达25%），“以至于有爱心又无知的私有企业都处理不了这个问题”。鲍林最初算不成功的观点是，除了有限地推行强制政策控制遗传疾病，治疗方法的重点在于病人和他们“有缺陷”的分子。注

你可以说，鲍林超前了他的时代一点点，他的观点最终还是得到了澄清。正如两位美国国家卫生研究院的研究人员在1995年所说，“对这‘第一个分子病’，我们用了近半个世纪才从实验室的大门迈进了临床医学的门槛”。两位作者在结尾时宣称“基础研究进入临床阶段”。但即使在20年后的今天，镰状细胞贫血的临床现状比该观点更细微复杂得多。事实上，对镰状分子机理的理解形成了对潜在治疗剂的许多深刻认识，但直至今日，也没有一种治疗剂达到临床标准。要实现对患

者的临床阶段，远比体外实验或是动物实验的成功有更多的要求。镰状细胞贫血唯一在售的化学治疗剂，羟基脲，使成人增加对胎儿血红蛋白的制造，从而阻止了异常血红蛋白分子之间的相互作用，这一切和鲍林设想的一样。羟基脲远不能达到治愈的疗效，它只能控制镰状细胞病患者的疼痛发作（是一种与鲍林的见解不相干的标准治疗）。此外，羟基脲的研制并不是基于实验室研究得来的“合理化学治疗办法”的结果，是来自一名儿科医师意外的临床观察，以及对能制造胎儿血红蛋白的成人人群的流行病学观察。(注)

镰状细胞病的分子基础知识有时可以帮助改进疗法。镰状细胞贫血的新生儿筛查在美国及其他地方被要求强制执行，通过鉴定异常血红蛋白，实现对镰状细胞病的早期确认，开始对该疾病某些后果的预防性治疗。但在世界上的大部分地区，是以观察显微镜下的镰状细胞这种更简单、更廉价的办法加以诊断的，这是临床医师詹姆斯·B. 赫里克（James B. Herrick，1861—1954）在1910年的研发成就。(注)

发现镰状细胞贫血的分子基础改进了疾病疗法，这一神话并非偶然出现。在鲍林具有里程碑意义的论文发表之后没多久，他开始长期坚定不移地推广其医学研究的理想。他在一般性杂志、科学期刊，还有美国、欧洲、亚洲的会议上，一再重复着，分子异常的研究如何能够最终实现疾病的治愈。1952年，具有代表性的标题见诸一家报纸：“科学家宣布基于分子作用研究的医学新纪元到来。”鲍林强调他的研究意义远大，并称“多数精神缺陷源自分子疾病”。他对“这一知识将推导出改进的治疗办法，充满了自信”。他曾在几次会议上宣称，医学将“从如今的实证方式转变为分子医学科学”。鲍林还试图（未果）在加州理工大学建立一家医学研究机构，以大量研究精神疾病分子基础（却鲜有结果）。他的医学研究与他反对核辐射余波——可引发许多“分子疾病”——的政治激进主义相呼应。(注)

鲍林对实验室研究与临床应用关系的愿景得到了许多分子生物学家的认同，他们也正试图在学术机构中成立自己的新学科。他们一再声称，分子生物学将对医学有所建树，这使他们相对自然史学家有了一些优势，也增加了他们的政治诉求。例如，法国分子生物学家雅克·莫诺（Jacques Monod，1910—1976）在20世纪60年代称，分子生物学的研究理应获得支持，这是因为它将形成一个新的领域——“分子病理学”。同时，部分研究者从临床抽出身，而愿意进行实验室的基础研究。然而越来越多的诺贝尔生理学及医学被授予从事分子生物学的研究［（1962年：弗朗西斯·克里克（Francis Crick）、詹姆斯·沃森（James Watson）、莫里斯·威尔金斯（Maurice Wilkins）；1965年：弗朗索瓦·雅各布（François Jacob）、安德烈·勒沃夫（André Lwoff）、雅克·莫诺（Jacques Monod）；1968年：罗伯特·W. 霍利（Robert W. Holley）、哈尔·葛宾·科拉纳（Har Gobind Khorana）、马歇尔·W. 尼伦贝格（Marshall W. Nirenberg）；1969年：马克斯·德尔布吕克（Max Delbrück）、阿尔弗雷德·赫希（Alfred Hershey）、萨尔瓦多·卢瑞亚（Salvador Luria）］，这似乎印证了他们对于什么可算作医学研究的看法。注

结论

20世纪生物医学的崛起及其当前的组织架构，很大程度取决于鲍林设想中的实验室与临床的分工和层级关系。但医学的发展，特别是疗法的发展，遵循着一种更为复杂的行径。直至最近，史学家才开始对形成新疗法的临床研究予以重视——不是降低实验室研究的重要性，而是质疑实验室研究是不是医学研究必要的起点。注同样，鲍林对基因和疾病之间简单关系的看法驱动着20世纪后半叶的生物医学研究，特别是医学遗传学。但它也助长了关于基因影响人类健康、疾病、行为的最普遍的神话之一。鲍林设想中的简单世界，已然启动了

生物医学的研究议程。今天，它在很大程度上成了一个神话，一个经常阻碍我们理解健康，以及疾病的过去、现在及未来的神话。[注]

---

1. （感谢Kostas Kampourakis、Ron Numbers和Peter Ramberg为本文提出的宝贵建议。）

   Alan N. Schechter and Griffin P. Rodgers, “Sickle Cell Anemia: Basic Research Reaches the Clinic,” *New En gland Journal of Medicine* 20 (1995): 1372-1374, on 1372; Teresa Audesirk, Gerald Audesirk, andBruce E. Byers, *Biology: Life on Earth*, 6th ed. (San Francisco: BenjaminCummings, 2011), 227-228.

2. Dorothy Nelkin and Suzan Lindee, *The DNA Mystique: The Gene as a Cultural Icon* (Ann Arbor: University of Michigan Press, 2004);Sheldon Krimsky and Jeremy Gruber, eds., *Ge ne tic Explanations: Sense and Nonsense* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 2013).

3. Thomas Hager, *Force of Nature: The Life of Linus Pauling* (New York: Simon and Schuster, 1995); Linus Pauling et al., “Sickle Cell Anemia, a Molecular Disease,” *Science* 110 (1949): 543-548; Bruno J.Strasser, “Sickle Cell Anemia, a Molecular Disease,” *Science* 286 (1999):1488-1490; Bruno J. Strasser, “Linus Pauling’s ‘Molecular Diseases’: BetweenHistory and Memory,” *American Journal of Medical Ge ne tics* 115(2002): 83-93; Teresa Audesirk, Gerald Audesirk, and Bruce E. Byers,*Biology: Life on Earth* (San Francisco: Benjamin Cummings, 2011), 227.

4. Roland Barthes, *Mythologies* (Paris: Editions du Seuil, 1957);Bruno J. Strasser, “Who Cares about the Double Helix?” *Nature* 422(2003): 803-804; Pnina G. Abir-Am and Clark A. Elliott, eds., *Commemorative Practices in Science: Historical Perspectives on the Politics of Collective Memory* (Chicago: University of Chicago Press, 2000).

5. Schechter and Rodgers, “Sickle Cell Anemia,” 1372; I. M. Klotz,D. N. Haney, and L. C. King, “Rational Approaches to Chemotherapy:Antisickling Agents,” *Science* 213 (1981): 724-731.

6. Soraya de Chadarevian and HarmkeKamminga, eds., *Molecularizing Biology and Medicine: New Practices and Alliances, 1910s-1970s* (Amsterdam: Harwood Academic Publishers, 1998); Pauling, “Sickle CellAnemia,” 547.

7. John Parascandola, “The Theoretical Basis of Paul Ehrlich’s Chemotherapy,”*Journal of the History of Medicine and Allied Sciences* 36(1981): 19-43; Robert Bud, *Penicillin: Triumph and Tragedy* (Oxford: Oxford University Press, 2007); Jack E. Lesch, *The First Miracle Drugs:How the Sulfa Drugs Transformed Medicine* (New York: Oxford UniversityPress,

2007); Jordan Goodman and Vivien Walsh, *The Story ofTaxol: Nature and Politics in the Pursuit of an Anti-Cancer Drug* (Cambridge:Cambridge University Press, 2001).

8. Strasser, “Linus Pauling.”

9. Lily E. Kay, *The Molecular Vision of Life: Caltech, the Rockefeller Foundation, and the Rise of the New Biology* (New York: Oxford UniversityPress, 1993), ch. 6; Suzan M. Lindee, *Moments of Truth in Genetic Medicine* (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2005);Nathaniel C. Comfort, *The Science of Human Perfection: How GenesBecame the Heart of American Medicine* (New Haven, CT: Yale UniversityPress, 2012).

10. Schechter and Rodgers, “Sickle Cell Anemia”; Keith Wailoo and Stephen G. Pemberton, *The Troubled Dream of Ge ne tic Medicine: Ethnicityand Innovation in Tay-Sachs, Cystic Fibrosis, and Sickle Cell Disease* (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2006); Bruno J. Strasser, “Response,” *Science* 287 (2000): 593; Valentine Brousse, Julie Makani, and David C. Rees, “Management of Sickle Cell Disease in the Community,” *British Medical Journal* 348 (2014): 1765-1789.

11. Simon D. Feldman and Alfred I. Tauber, “Sickle Cell Anemia: Reexamining the First ‘Molecular Disease,’ ” *Bulletin of the History of Medicine*71 (1997): 623-650.

12. Linus Pauling to J. B. S. Haldane, July 18, 1955, Eva Helen and Linus Pauling Papers, Oregon State University; Linus Pauling,“The Hemoglobin Molecule in Health and Disease,” *Proceedings of theAmerican Philosophical Society,* 96 (1952): 556-565, on 564; LinusPauling, typescript of “Abnormal Hemoglobin Molecules in Relation toDisease,” 1956, Pauling Papers, 22.

13. Kay, *Molecular Vision of Life;* Jean-Paul Gaudillière, *Inventer laBiomédecine: La France, l’Amériqueet la Production des Savoirs du Vivant,1945-1965* (Paris: La Découverte, 2002); Bruno J. Strasser, “InstitutionalizingMolecular Biology in Post-War Europe: A Comparative Study,” *Studies in the History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 33C (2002): 533-564.

14. Vivian Quirke and Jean-Paul Gaudillière, “The Era of Biome-dicine:Science, Medicine, and Public Health in Britain and France afterthe Second World War,” *Medical History* 52 (2008): 441-452; Bruno J.Strasser, “Magic Bullets and Wonder Pills: Making Drugs and Diseases in the Twentieth Century,” *Historical Studies in the Natural Sciences* 38(2008): 303-312; Bruno J. Strasser, *Biomedicine: Meanings, Assumptions,and Possible Futures* (Berne: CSST, 2014).

15. Evelyn F. Keller, *The Mirage of a Space between Nature and Nurture* (Durham, NC: Duke University Press, 2010).

神话23

苏联人造地球卫星的发射，引发了美国科教改革的风潮

约翰·L. 鲁道夫（John L. Rudolph）

苏联的历史性成就——将一颗卫星送入轨道——产生了对苏联领先美国进入太空的恐惧和关注。这种关注在美国科学教育界引发了一场亟须的革命。

——美国国家公共广播电台（Nation Public Radio），2007年9月30日

半个世纪前，苏联人成功发射了一颗人造地球卫星，领先美国进入太空领域，而那时美国完全不知道自己如何能领先苏联登月。科学还没有到那一步。美国国家航空航天局那时并不存在。但在对更优秀的研究和教育进行投资以后，美国不只超越了苏联；美国带来了一波创新，创造了许多新行业和数百万个新就业机会。

——巴拉克·奥巴马总统（Barack Obama），《国情咨文》（*State of the Union Address*）（2011年1月25日）㊟

长久以来，苏联人造地球卫星的发射被视为20世纪美国史上一次奇特且具有催化意义的事件。在2001年一本与该问题相关的书中，非小说类自由作家保罗·迪克森（Paul Dickson，生于1939年）称其为“彼世纪令人震惊的事件”，这或许是个恰如其分的评价，因为在发射成功后的第二天早上，1957年10月5日，全美国的报纸将标题的每一个字母

都大写强调着，迎接展开报纸的读者们。艾森豪威尔（Dwight D. Eisenhower，1890—1969）总统称，当时公众的反应乃是“接近歇斯底里”。无疑，轨道卫星使全美国极为沮丧，唤醒了美国在第二次世界大战之后蓬勃的十年间自得的美梦。觉醒的核心是他们认识到，全美教育体系已然陷入平庸，再赶不上苏联教育培训的挑战。在空中间隔发射着规律信号的苏联的人造地球卫星，突显出了美国科学教育的缺陷。故事接着说道，这颗苏联卫星使美国将全美科学教学完全重组，旨在增加学科严谨性与学术成就。(注)

从那以后，这一事件就有些像是一块文化的试金石，在公众印象中标记出一个时代：一场外来的意外威胁驱策美国行动起来。领导人们屡次指出，这一历史事件的意义在提防全国性的自满，激励公众精益求精，特别是在追求教育多样性方面。奥巴马总统在2011年国情咨文中讲述苏联人造卫星“史波尼克”的故事，试图复燃紧迫感，开启新时期的科学教育改革。这一次的挑战来自中国及印度的经济领域，在全球经济竞争中，两国科技教育的进步让他们有可能将美国经济挤到身后。总统先生试图以曾经的启示点燃新一轮的创新和重视。但曾经的比喻有多贴切呢？战后的科学教育改革是随着这颗苏联卫星一蹴而就的吗？相关的历史记录表明并非如此。

科学教学的重组在史波尼克带来歇斯底里之前已经展开。最具体的成果是美国国家科学基金会（NSF）赞助20世纪50年代普通高中物理、化学、生物的各种课程设计。第一个课程设计是物理科学研究委员会（PSSC），麻省理工学院的杰罗德·撒迦利亚（Jerrold Zacharias，1905—1986）创办的高中物理设计。1956年PSSC获得了NSF的资助。但PSSC的根源还要回溯到杜鲁门（Harry Truman，1884—1972）总统当政时期、美国国防动员署的科学咨询委员会会议，即SAC-ODM，它成立于1951年（撒迦利亚是成员之一），为政府提供国防领域的科学问题咨询。尽管最初的会议主要侧重普通的技术问题，但痛惜科学科研人才短缺的国家安全官员有时也会出席。当朝鲜战争全面爆发，

美国政府投资数百万美元进行科学研究与发展，这些官员公开表示了对国家人才资源的担心。据撒迦利亚回忆，“军队会上抱怨苏联赶在了我们前面，我们得想办法……找到更多的工程师、更多的科学家”。这促使他接受挑战整改高中物理，1956年夏，他向NSF的教育主任提出了新物理课程的理念——比苏联卫星划过美国上空早一年有余。注

位于科罗拉多州的生物科学课程研究会（BSCS），由NSF投资，成立于1958年12月，是第二个科学改革计划。BSCS成立的时机本身意味着，若说史波尼克与高中物理改革无关，或许它是高中生物改革的原因。但BSCS历史的开端也早于1957年10月4日。早在1952年的美国生物科学研究所会议上，大学生物学家已经开始讨论，要在大学及高中重新架构生物教学；1954年，还是这些人，在美国国家科学院的生物部及农业部的指导下，成立了一个委员会，开始探索生物教育改革。委员会在NSF和洛克菲勒基金会的资助下，用了三年多时间给高中生物课制订课程材料和资源。1957年，这些材料于密歇根州立大学的暑期研讨会上由高中及大学的生物老师协助审查、修订之后，在次年出版。注

这些改革计划（包括第一个化学计划，也可以追溯到1957年夏）的共同点是都有NSF的经费支持；因此这或许对于检验其与史波尼克时刻有关的活动具有指导意义。那时，创立于1950年的NSF还是一个相当年轻的机构。早期的NSF在第一届主任艾伦·沃特曼（Alan Waterman，1892—1967）的领导下一直在探索自己的道路。尽管国会早就愿意为其建立基础，却不情愿提供什么资源。用纳税人的钱进行不会有任何回报的“纯研究”这件事要是推销给国会，绝不会轻易就成功。因此，为了继续获得国会的好感，沃特曼避开了可能带来审查和争议的企业。在教育领域也尤其如此，这在20世纪50年代早期是充满争议的话题。注

政治家、教育家、政府官员在许多学校问题上频繁发生冲突。冲突的核心是联邦政府在地方学区常年控制的企业面前应担当什么角色。许多地方官员和教师群体呼吁以联邦经费减轻因战后婴儿潮带来入学量飞涨形成的重荷，这需要数以千计的新建筑，并为这些建筑配备更多的教师。但提供救助绝非易事。联邦政府参与地方学校事务的行为因南部的种族隔离和教区学校同样迫切的需要变得复杂。联邦经费可能会有附加条件，许多人以为，这些条件有可能破解掉当地许多悠久的习俗，特别是宗教和种族问题曾多次使国会的援助努力陷入僵局。注

然而，国会将NSF一小部分但明确的任务分配给了科学教育。NSF考虑到眼前的政治雷区，把教育课程局限在大学，避免与低年级学校发生直接牵连。在大学一级，NSF把教育资源中最大的份额留给了研究生奖学金，给了还在接受教育的科学家们。然而教育部门的官员认识到，需要在一开始就提高教学质量。1952年夏，NSF的官员开始计划一个小规模的暑期研究班计划，给高中科学教师带来其所在领域最新的学科内容。这是为了直接培训教师——在暑期时——避免和学校经费相关或是课程相关的事情牵扯到一起。暑期研究班复制的是一些暑期教师培训计划，早在1945年就曾由通用电气公司提供的计划，在探索改进科学教学领域，通用电气可谓领军人物。这些成果反映了后来始终贯穿于20世纪四五十年代的、对科学力量的关切声音。注

然而，当国会突然增加了教育经费，每年超过1,000万美金——是上一年的8倍之多，NSF小心谨慎改革科学教育的方法就在1956年被戏剧性地弃置一旁了。经费的分配是为了推动NSF支持更激进的改革。但发射史波尼克却不是促使经费大幅激增的原因。而是因为在前一年，一位哈佛大学苏联研究中心的年轻博士班学生尼古拉斯·德威特（Nicholas DeWitt，1923—1995），就苏联教育体系写了一篇小报告。注

德威特的报告——苏联的专业人才：教育、培训、供给，德威特在1952年春开始的这一话题以该报告达到了研究的顶点。1955年夏论文出版后，很快就引起了得克萨斯州众议院议员艾伯特·托马斯（Albert Thomas，1898—1966）的注意，他当时担任独立办公室众议院拨款委员会（控制NSF预算的委员会）主席一职。委员会的成员和其他美国政客一样，长久以来一直对联邦参与教育持怀疑态度。然而，德威特的报告，或许再加上1955年11月苏联成功引爆了一枚可交付使用的氢弹，扭转了形势。1956年1月的众议院委员会听证会上，托马斯承认，他思想转变的根源："这本小书——苏联的专业人才，我一字一句读完了……然后我彻底转变了自己的想法。"他惊呼道："苏联重视高中科学教学，是我想象中最令人担忧的事……上帝帮帮我们吧，要是他们已经超越我们。"听证会之后，NSF陡然给非奖学金教育计划拿出了1,090万美元。第二年，史波尼克来了，次年1958年，国防教育法也来了。(注)

你可能会说，这些重整美国科学教育的联邦机构和科学家的成就，一度存在于幕后，在苏联卫星震惊了公众之后才被公布及接受。但即便如此，也夸大了苏联卫星的影响。第二次世界大战以后，学校承受的批评实在没有"幕后"一说。20世纪40年代末50年代初，对公众教育再三、刺耳的批评声，与教学不足、设施不健全的年度媒体报告一同到来，充斥在学校的建筑楼里。这场危机似乎一年年变得更糟。改革科学教学的高调建议早在1945年就出现了，这一年，哈佛红皮书报告《自由社会的普通教育》得以出版；课程改革10年后在白宫教育会议上再次被推动。到了1957年秋，科学教育的变革之火已经燃烧得很稳定了；改革难免了。出现在美国上空的史波尼克当然给这场大火添了燃料，但是和神话恰恰相反，它并不是点燃大火的火星。(注)

---

1. Larry Abramson, "*Sputnik* Left Legacy for U.S. Science Education," September 30, 2007, www.npr.org/templates/story/story. php?storyId=14829195; Barack H. Obama, State of the

Union Address, January 25, 2011, www.whitehouse.gov/the-press-office/2011/01/25/remarks-president-state-union-address.

2. Paul Dickson, *Sputnik: The Shock of the Century* (New York:Walker Publishing, 2001). The Eisenhower quotation appears inRobert A. Divine, *The Sputnik Challenge: Eisenhower's Response to theSoviet Satellite* (New York: Oxford University Press, 1993), 15.

3. For details on the PSSC curriculum project, see John L. Rudolph, *Scientists in the Classroom: The Cold War Reconstruction of American Science Education* (New York: Palgrave Macmillan, 2002), chs. 4and 5. The Zacharias quotation appears in an interview with Zacharias in the PSSC Oral History Collection, Institute Archives and SpecialCollections, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge,Massachusetts.

4. AIBS Executive Committee meeting minutes, January 4, 1952,Papers of the American Institute of Biological Sciences, AIBS, Washington,DC, box 2; NRC, Conference on Biological Education meeting minutes,March 10, 1953, National Academy of Sciences, Committee on EducationalPolicies [NAS/CEP], National Academy of Sciences Archives,Washington, DC. That summer workshop resulted in Chester A. Lawson and Richard E. Paulson, *Laboratory and Field Studies in Biology: ASourcebook for Secondary Schools* (New York: Holt, Rinehart and Winston,1958). For an overview of the origin of BSCS, see Rudolph, *Scientistsin the Classroom,* ch. 6.

5. J. Merton En gland, *A Patron for Pure Science: The National Science Foundation's Formative Years, 1945-57* (Washington, DC: NationalScience Foundation, 1982); Daniel Lee Kleinman, *Politics on the EndlessFrontier* (Durham, NC: Duke University Press, 1995). On the origin of the chemistry project, see Paul Westmeyer, "The Chemical Bond Approach to Introductory Chemistry," *School Science and Mathematics* 61(1961): 317-322.

6. Diane Ravitch, *The Troubled Crusade: American Education, 1945-1980* (New York: Basic Books, 1983), 26-41; Carl F. Kaestle, "Federal Aid to Education since World War II: Purposes and Politics," in *The Futureof the Federal Role in Education,* ed. Jack Jennings (Washington,DC: Center on Education and Policy, 2001), 13-36.

7. Hillier Krieghbaum and Hugh Rawson, *An Investment in Knowledge:The First Dozen Years of the National Science Foundation's Summer Institutes Programs to Improve Secondary School Science and Mathematics Teaching, 1954-1965* (New York: New York University Press, 1969), 65-82.

8. Nicholas DeWitt, *Soviet Professional Manpower: Its Education, Training, and Supply* (Washington, DC: National Science Foundation,1955).

9. The Thomas quotation appears in United States House of Represen-tatives, *Hearings before the Subcommittee on Independent Offices*, January 30, 1956 (Washington, DC: U.S. Government Printing Office,1956), 528, 522. Detonation of the deliverable device occurred in

November 1955. The Soviet Union's first successful explosion of a stationary hydrogen bomb had occurred in August 1953; see Walter A. McDougall,*The Heavens and the Earth: A Political History of the Space Age*(New York: Basic Books, 1985), 55. On the National Defense EducationAct, see Wayne J. Urban, *More Than Science and Sputnik: TheNational Defense Education Act of 1958* (Tuscaloosa: University ofAlabama Press, 2010).

10. Among the main critiques of public education at this time wereBernard Iddings Bell, *Crisis in Education: A Challenge to American Complacency*(New York: Whittlesey House, 1949); Albert Lynd, *Quackery inthe Public Schools* (Boston: Little, Brown, 1953); Paul Woodring, *Let'sTalk Sense about Our Schools* (New York: McGraw-Hill, 1953); andArthur E. Bestor, *Educational Wastelands: The Retreat from Learning inOur Public Schools* (Urbana: University of Illinois Press, 1953). Thecrisis atmosphere surrounding American education is detailed further inRudolph, *Scientists in the Classroom,* ch. 1; and Ravitch, *Troubled Crusade,*ch. 1.

IV
关于科学理论

神话24

宗教通常会阻碍科学进步

彼得·哈里森（Peter Harrison）

科学与信仰从根本上不相容，与非理性和理性不相容是一个原因。它们是不同形式的调查，只有唯一一样东西——科学，能找到真正的真相……在我们套上宗教教条的枷锁以前，任何进展——不仅是科学进展——都更容易。

——杰瑞·A. 柯因，《科学和宗教不是朋友》（*Science and Religion Aren't Friends*）（2010）

宗教与科学之间的冲突是固有的，两者的利益损失总和几乎为零。科学的成功往往以牺牲宗教教条为代价；维护宗教教条总是以牺牲科学为代价。

——山姆·哈里斯（Sam Harris），《科学必须摧毁宗教》（*Science Must Destroy Religion*）（2006）㊟

科学最普遍的迷思之一涉及科学与宗教的历史关系。依照这个广为流传的神话所言，此二者竞相占据同一领域时呈两极对立态势。要理解西方思想史，需从这种对立势力之间的持久斗争展开；斗争中，宗教被迫渐向具备更优解的进步科学出让着越来越多的空间。只要可能，宗教就拒绝割让领土，阻碍科学进步。而科学史学家们早就放弃了这样过分简化的叙述，事实证明，“冲突神话”分外抵抗为其除去神话外衣的尝试，它还依旧是对现代科学身份认知共识的核心特点。

促使公众一再复述这个神话的，通常来自出于宗教信仰而抵制科学的当代实例——常是反进化的情绪发作。在这些讨论之中，这个神话被拿来解释为什么我们不该讶异于当今爆发的科学–宗教冲突，因为这些就是宗教总抵制科学的一贯历史模式在当代的表现。人们认为，“科学”和“宗教”两实体的冲突之所以无可避免，是因为它们的固有本质。宗教是基于权力、古代宗教经文、盲目的信仰或单纯不合理的偏见；科学则是基于理性和常识。宗教和科学为同样的事项寻求解释，出发点如此不相容，于是产生冲突。

争论的关键在于象征着这种对立关系的历史事件。极受欢迎的例子莫过于对伽利略的谴责和对达尔文《物种起源》的接纳，还有一长串的配角、情节：拉丁基督教之父特土良（Tertullian，约160—225）对希腊哲学的敌意；数学家、哲学家希帕蒂娅命丧基督教暴民之手；加里斯都三世（Pope Callixtus III，1378—1458）在1475年将哈雷彗星开除出教；中世纪相信地平说（见神话2）；教会禁止解剖；抵制哥白尼主义，因为它将人类“贬离”宇宙的中心（见神话3）；乔达诺·布鲁诺（Giordano Bruno，1548—1600）在1600年为科学殉道；宗教反对医学的进步，如疫苗接种和麻醉。这些历史实例，不仅说明了宗教抵制科学的一般可能性，还表明这类抵制确实属于某些混沌、遥远的“黑暗时代”（见神话1）。近年来，科学史学家确切指出，这些神话几乎毫无历史依据。大部分所举的证据都是假的——包括将彗星开除出教、相信地平说、禁止解剖、因哥白尼主义对人类尊严的侵犯而加以抵制、布鲁诺因其科学立场被处决、抵制疫苗接种和麻醉。[注]

其他事件倒是有坚实的历史基础，但却远比简单的科学–宗教冲突复杂。以伽利略来说，无可辩驳的是，1633年他因同意并教授哥白尼的观点（即地球围绕太阳运动）受到宗教裁判所的审判。但是，这绝不是天主教会通常应对“科学”的典型方式。[注]当时，教会是天文研究的主要资助人。何况，与之相关的科学绝非轮廓分明，因为科学界权威对存在竞争的宇宙体系间的相对优点意见不一。因此，伽利略同时

受到教会内部的支持和科学机构的反对。他既没有被拷打也没有被监禁。所以，既然对伽利略的审判不存在争议，“这就是天主教对待科学的态度”，以及“这件事主要是‘科学与宗教的对峙’”等说法就非常可疑了。类似的考量对达尔文也适用。尽管宗教对自然选择的进化论思想无疑存在抵制，但是达尔文主义既有重要的宗教支持者，又有具有影响力的科学诋毁者。(注)“神创论”的现象——今天因宗教信仰而抵制进化论的最明显表现，本质上是21世纪的发展，不是对达尔文理论的初始反应的特点。(注)

另外，史学家也提请大家注意，宗教考虑对科学内容及科学实施的方式具有积极的作用。作为中世纪晚期展开科学活动的主要场所，中世纪的大学由天主教会成立并得到教会的支持。(注) 17世纪的重要人物——如开普勒、波义耳、牛顿、约翰·雷伊（John Ray，1627—1705）——显然受到了宗教考虑的鼓励，就是这个意思。自然法则的理念是展开现代物理学的基础，但最初是一个神学概念。可以说，实验方法多也归功于人类本质的这一神学概念，它强调我们的认知和感觉能力并不可靠。更主要的是有人认为，新教推行为自然“去神圣化”，给现代科学的发展提供了适宜的土壤。最后一点，宗教对建立科学的社会正当性而言一直很重要，这是因为科学被视为一种救赎手段，也是“神职人员”活动的一种形式，同样还因为自然神学与自然科学之间稳固的伙伴关系——17世纪到19世纪的英国科学就是这个特点。(注)即便可以把伽利略事件或是宗教对达尔文主义的认可看作宗教阻碍科学的明确实例，也不能说它们为一切一般模式和基本关系完成了例证。

这个神话还有一个难点，它倾向把科学和宗教当作整体且一成不变的历史势力、连续阶段。事实上，在西方很长一段历史中，科学和宗教的重合度很高，难以依照我们现在对它们的理解加以区分。确实在英语国家，19世纪以前没人谈论科学与宗教。所以，科学与宗教不

断发展的历史关系就需要将现代分类硬是加到历史人物身上，不过这种区分于他们而言从根本上毫无意义。[注]

鉴于冲突神话的历史和概念基础不足以凭信，人们自然会问起它的起源、为什么它依然存在——尽管史学家付出了最大的努力。科学史学家通常认为这个神话可以追溯到两本19世纪著作——约翰·威廉·德雷柏（John William Draper，1811—1882）的《宗教与科学之争的历史》（*History of the Conflict between Religion and Science*，1874）和安德鲁·迪克森·怀特（Andrew Dickson White，1832—1918）的《基督教世界里的科学与神学的斗争史》（*History of the Warfare of Science with Theology in Christendom*，1896）。但是它们还是远远落在神话的后面。其各种版本在17世纪反对天主教的新教辩论中有所反映——辩论试图将罗马天主教与愚昧、迷信、对抗新知识画上等号。科顿·马瑟（Cotton Mather，1663—1728），这位有影响力的清教徒牧师和皇家学会的会员辩道，欧洲在天主教的中世纪时期已陷入黑暗，文艺复兴和宗教改革共同为“科学进步”铺平了道路。[注]宗教裁判所对伽利略的处置，对新教卫道士而言是一份特殊的礼物，他们出于宣传目的而率先利用伽利略事件。1638年，诗人约翰·弥尔顿（John Milton，1608—1674）拜访了当时被软禁在佛罗伦萨家中的伽利略，利用那次机会反思奉行新教的英国哲学自由与奉行罗马天主教的意大利科学审查之间的对比。[注]

这种“新教的地位”随后被法国哲学家和关键的启蒙运动人物加以采纳并广泛应用。伏尔泰（Voltaire，1694—1778）指出，牛顿如果生在一个天主教国家而不是新教的英国，就不会成为一名科学名人，他很可能不知怎么就被裹在忏悔者的长袍里，烧死在宗教裁判大会上了。[注]让·达冷贝（Jean d’ Alembert，1717—1783）在启蒙运动的丰碑——百科全书上记下了伽利略的麻烦，他的结论是，孤陋寡闻的神学家习惯性地发动了一场与哲学（也即科学）间的“公开的战争”。[注]因

此，启蒙运动的进步观念很难从同步的描述中厘清宗教对知识进步的愚民效果。尼古拉斯·孔多塞（Nicolas de Condorcet，1743—1794）在《人类精神进步的史卷素描》（*Sketch for a Historical Picture of the Progress of the Human Spirit*，1795）中对该史观加以总结：“基督教的胜利是哲学和科学彻底堕落的标志。”[注]

事件的版本反过来又融入19世纪常见的极先进的历史模型里。或许最有名的当属奥古斯特·孔德（Auguste Comte，1798—1857）过分简化但很吸引人的想法，他认为历史流经三个连续的阶段：神学阶段、玄学阶段、科学阶段（有建设性阶段）。认为宗教代表着人类发展的落后阶段，注定会被科学发展超越的看法常见于对人类发展的社科理解与通史之中。在英国，史学家亨利·托马斯·巴克尔（Henry Thomas Buckle，1821—1862）宣扬，文明的进程通过科学质疑得以加速，却受到轻信的以宗教为典型的保守主义的阻碍。同时，德国的弗里德里希·兰格（Friedrich Lange，1828—1875）在其富有影响力的《唯物主义史》（*History of Materialism*，1866）中写道，“哲学的每一个体系”是如何“与同时代的神学展开了不可避免的斗争”。[注]

历史的理解具有渐进性，鉴于这种背景赋予宗教特别且带有抑制性的属性，到德雷珀和怀特完成著作时，剩下要做的不过就是填补空白。他们的行动相当敏捷，既有天分又有想象力，把今天看来标准的历史事件目录编了出来，以说明这一场持久的冲突。[注]讽刺的是，它一开始是新教卫道士的专用武器——在德雷珀昭然反对天主教的大部头中这一作用依然显著——后来变成了不加选择反对一切宗教的冒失运用。

既然它的现实基础如此脆弱，为何这略显老套的神话还依然存在？原因很多。起初，宗教抵制科学的情形显而易见——最显著的当属神创论对进化论的反对。这是体现科学、宗教冲突的无可辩驳的实例，它基于现在一定和过去一样的假设，不停给这个神话添砖加瓦。

应该指出，反进化论派从整体来说其实是亲科学派的，这是大背景，出于这个原因，他们用科学语言表达自己的宗教信仰；他们只是在反对一种特定的科学理论，又惯常于质疑其科学地位。(注)事实上，世界价值问卷许多更为有趣的发现之一就是，最世俗化的国家最不相信科学，最宗教化的国家最不会质疑科学。尽管如此，很明显，这个冲突神话常常因回应反进化论的行为被公开讨论。

与之相关的是一种更常见的恐惧，与所谓的宗教回归有关系。在20世纪中叶，普遍的历史观预见到，未来的宗教在很大程度上会非常自由，届时，世俗与科学兼而有之的世界观将会成为默认的规则。出于众所周知的原因，这没能实现。今天对宗教激进主义，特别是伊斯兰激进分子的担忧，带给这个神话新的规范性。有人认为，科学承载了世俗教化的一种形式。因此科学和宗教之间的冲突不只是对遥远过去的抽象化：在一场保卫世俗化未来的圣战中，它成了基础神话。从一开始就留意到，这种看法显然对杰瑞·柯因（生于1949年）和萨姆·哈里斯（Sam Harris，生于1967年）的观点产生了影响。哈里斯明确表示：科学和宗教之间持续存在冲突，科学必须取得胜利。但是在最普遍的意义上，这个冲突神话中总有一些是每个人都需要的。它不可抗拒的吸引力在于它的多条情节主线——让寂寞的天才和姓名不详者对抗，或是暴露出僵化制度的显然愚蠢。故事的最后，理性战胜了迷信，善良战胜了邪恶。这是一个令人欣慰且愉快的神话，证明我们在文化及智力上存在优越性。尽管存在不利的证据，这个神话依旧起着上述的作用，在最近的将来很难看到它消失不见。

---

1. Jerry A. Coyne, “Science and Religion Aren’t Friends,” *USAToday*, October 11, 2010, http://usatoday30.usatoday.com/news/opinion/forum/2010-10-11-column11_ST_N.htm.Sam Harris, “Science Must Destroy Religion,” *Huffington Post*, January2, 2006, reprinted in *What Is Your Dangerous Idea?*, ed. John Brockman(New York: Harper, 2007), 148-151.

2. For debunking of many of these myths, see Ronald L. Numbers,ed., *Galileo Goes to Jail and Other Myths about Science and Religion*(Cambridge, MA: Harvard University Press,

2009). See also Peter Harrison,ed., *The Cambridge Companion to Science and Religion,* chs. 1-5;Jon H. Roberts, “Science and Religion,” in *Wrestling with Nature: FromOmens to Science,* ed. Peter Harrison, Ronald L. Numbers, and MichaelH. Shank (Chicago: University of Chicago Press, 2011), 253-279.More generally, see John Brooke, *Science and Religion: Some HistoricalPerspectives* (Cambridge: Cambridge University Press, 1991).

3. John Heilbron, *The Sun in the Church: Cathedrals as Solar Obsevatories*(Cambridge, MA: Harvard University Press, 1999), 3.

4. David Livingstone, *Darwin’s Forgotten Defenders: The Encounter-between Evangelical Theology and Evolutionary Thought* (Vancouver: Regent College Publishing, 1984); Jon H. Roberts, *Darwinism and the Divine in America,* 2nd ed. (Notre Dame, IN: University of Notre Dame Press, 2001).

5. Ronald L. Numbers, *The Creationists: From Scientific Creationismto Intelligent Design,* expanded ed. (Cambridge, MA: Harvard UniversityPress, 2006).

6. Michael H Shank, “That the Medieval Christian Church Suppressedthe Growth of Science,” in Numbers, *Galileo Goes to Jail,* 19-27, on 21-22.

7. See, for example, Brooke, *Science and Religion;* David C. Lindbergand Ronald L. Numbers, eds., *When Science and Christianity Meet* (Chicago:University of Chicago Press, 2008); Gary Ferngren, ed., *Scienceand Religion: An Historical Introduction* (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2002); Peter Harrison, *The Fall of Man and the Foundationsof Science* (Cambridge: Cambridge University Press, 2007); PeterHarrison, “Laws of Nature in Seventeenth-Century En gland,” in *The Divine Order, the Human Order, and the Order of Nature,* ed. Eric Watkins (New York: Oxford University Press, 2013), 127-148; and Stephen Gaukroger, *The Emergence of a Scientific Culture* (Oxford: Oxford University Press, 2006).

8. Peter Harrison, *The Territories of Science and Religion* (Chicago: University of Chicago Press, 2015).

9. Cotton Mather, *American Tears upon the Ruines of the Greek Churches* (Boston, 1701), 42-43.

10. John Milton, *Areopagitica*(Indianapolis: Liberty Fund, 1999; firstpublished in 1644), 31f.

11. Voltaire, “Newton and Descartes,” *Philosophical Dictionary,* 2nded., 6 vols. (London: John and Henry Hunt, 1824), 5:113.

12. Jean Le Rondd’ Alembert, *Preliminary Discourse to the Encyclo-pedia of Diderot,* trans. Richard N. Schwab and Walter E. Rex (Chicago: University of Chicago Press, 1995), 74.

13. Nicolas de Condorcet, *Sketch for a Historical Picture of the Progressof the Human Mind*, trans. June Barraclough (New York: Noonday, 1955), 72.

14. For references to Comte and Buckle, see Friedrich Albert Lange, *History of Materialism and Critique of Its Present Significance*, 2nd ed.,trans. Ernest Chester Thomas, 3 vols. (Boston: James Osgood, 1877), 1:4.See also William Whewell, *History of the Inductive Sciences from the Earliestto the Present Time,* 2 vols. (New York: D. Appleton, 1858), 1:255.

15. John William Draper, *History of the Conflict between Science and Religion* (New York: D. Appleton, 1874), 52, 157-159, 160-161, 168-169; Andrew Dickson White, A *History of the Warfare of Science withTheology in Christendom*, 2 vols. (New York: D. Appleton, 1896), 1:71-74, 108, 118; 2:49-55, 55-63. For a debunking of many of these myths,see Numbers, *Galileo Goes to Jail.*

16. Pippa Norris and Ronald Inglehart, *Sacred and Secular: Religionand Politics Worldwide* (Cambridge: Cambridge University Press,2004), 68.

神话25
科学事业大多是孤独的

凯瑟琳·M. 奥列斯科（Kathryn M. Olesko）

我不知道世人会如何看我，但对我自己而言，我不过是在海边嬉戏的顽童，为时而发现一粒光滑的石子或一片可爱的贝壳而欢喜，而我面前的伟大的真理之海依然未经探索。

——牛顿，引自爱德蒙·特诺（Edmond Turnor）的著作（1806）

很难想象，在当前这样的气候之下，我怎会获得足够的和平与宁静完成我1964年所做的事。

——彼得·希格斯（Peter Higgs），引自《卫报》（*The Guardian*）（2013）[注]

牛顿和希格斯之间隔了三百年的光阴，可是他们对孤独地开展科学工作的价值抱持着同一种信仰。科学家孤独天才的形象已经深入到文化当中，他会独自一人不停工作成个小时，与亲友在感情上存在距离感，对日常生活的一般需要浑然不觉。1800年左右，威廉·布莱克（William Blake）以经典且广为人知的叙述，将牛顿说成是神圣的几何学家，同时把他周遭的自然环境、在海边的深思也都融为一体，概括出科学创造的孤独。后来，盛行的文化转变了牛顿的形象，但孤独的元素依旧完好。和布莱克版神圣的牛顿不同，玛丽·雪莱（Mary Shelley）创造了一位孤独又疯狂的维克多·弗兰肯斯坦博士的形象；威

尔斯（H. G. Wells）则创造了一位邪恶且孤独的莫罗博士（1896）；导演罗兰·艾默里奇（Roland Emmerich）在电影《独立日》里塑造了一位精神失常、略为野蛮的奥昆博士（1996）。

20世纪中期对牛顿的传记研究，为孤独天才的神话举出了著名的一例。当瘟疫在剑桥传播开来，牛顿被迫逃离，回到住在林肯郡的母亲身边避难，传闻他贸然走进一个花园，一个苹果的掉落使他突然灵感一动，想到了万有引力（见神话6）。自此，学者们将1665—1666年戏称为牛顿“奇迹年”，因为他在这一年发现了地心引力、白光的组成和微积分。在牛顿离开林肯郡以后的日子，他的孤独、自我疏忽、脱离社会、易陷入沉思，都成了传奇。尽管他出身剑桥大学，但是他显现出一副无须教育、不参加学校教育、不用遵循获取知识的社会过程的样子。他是无师自通的天才——一位完美的孤独的学者。这形象如此根深蒂固，以至于牛顿究竟说没说过本文前面的引语（很可能没有），变得不重要了。亚历山大·波普为牛顿所写的墓志铭传递了这位孤独天才的精神：

> 自然和自然的法则隐藏在黑暗之中。
>
> 上帝说：让牛顿出现吧！一切都亮起来了。[注]

那么，牛顿传奇的工作习惯决定了那本传记的标题：牛顿“永不止息”，也就不足为奇了。[注]

科学在很大程度上是孤独的事业，这个神话为什么会一直延续呢？和一切神话一样，这个故事将社会、文化、经济、政治秩序的各方面都合法化了。孤独与自然形成的超越性联系产生了各种宗教启示的场景：在沙漠中的圣约翰、在书房里的圣杰罗姆、在客西马尼园的耶稣。自由个人主义和西方理性的思想被嵌进孤独的创造之中。这个神话认为，超脱和孤立是客观性也是真理的先决条件。在追随着约翰·

斯图尔特·穆勒（John Stuart Mill，1806—1873）的西方自由主义传统中，无人回应的荒野呼声处理的是别人看不见的现实，故此必然让人留意。在这样的传统背景之下，孤独的科学家就是世俗的圣人：苦行着，自我否定着，最重要的是，自律着。这就难怪，像圣人一般的杰出的科学家们有了“奇迹年”（爱因斯坦的奇迹年是1905年，见神话8）。情感性和情感依附——尤其是对家庭和所爱的人们——会让人分心，这既不必要又有潜在危险，破坏了搜寻自然秘密的英雄举止。因此这个神话属于自我验证的意识形态。尽管其中的关联如此明显，对于该神话为何一直存在魅力，意识形态也只能解释部分。注

科学本身具有一定责任。科学的奖赏制度颂扬的是个人。科学家通过同名的定律、常数、实体，获得了不朽的名誉——比如牛顿定律、孟德尔定律、普朗克常数、希格斯玻色子——把科学发现投射为个人成就。诺贝尔奖颁给个人，而不是集体和团队。科学教科书把发现和发明归功于科学家个人。这个神话的证据在科学文化里几乎无所不在，问题难以解决。

虽然神话依然存在，但是这更是因为讲故事的特殊方式而不是因为科学。罪魁祸首正是历史：科学家是这样说的，史学家是这样写的，学生们是这样理解的。科学教科书中呈现的历史大多是个人的历史，不是科学家们的团队合作，也不是彼此之间的沟通交流。所以，物理学家戴维·帕克（David Park）通过一系列个人发现去讲述发现光的波动性的故事，从1802年的托马斯·杨（Thomas Young，1773—1829）到1861年的詹姆斯·克拉克·麦克斯韦（James Clerk Maxwell，1831—1879）。有趣的是，他舍弃了最具政治争议的贡献者奥古斯丁·菲涅尔（Augustin Fresnel，1788—1827）和他的衍射研究。遗漏有明显效果。为判断光是由波还是粒子组成，菲涅尔与英国社会和科学政治学，特别是法国科学院的接触，对光的波动性理论形成起到了重要作用。注社会制度和政治阴谋只是不适合帕克的历史观。

教科书目录反映出科学的寂寞，对历史产生了连锁反应。想想元素钇的历史，想想教科书为钇指定的发现者——那位相当无名的芬兰化学家乔安·加多林（Johan Gadolin，1760—1852）。加多林从未说自己在1794年发现了一种新的“土”，他只是说在芬兰伊特比采石场发现的黑石子中有自己无法确定的成分。随后的几十年间，其他化学家仔细研究他的发现，他们将这种新的“土”命名为钇。命名巩固了历史：于是加多林成了钇的发现史中最重要的人物，哪怕其他研究者在揭示钇属性的过程中贡献良多。化学教材在19世纪把“土”重归类为“元素”，于是每个元素就需要有一个起源故事。复杂的故事终于发展成了科学手册里较简单的那种，这种简化最终将加多林定为钇的唯一发现人。20世纪早期的通俗科学史认可了这种路线。注

从课本到手册再到通俗说明文，在一遍遍复述钇的发现中，科学界的地位在下降，而加多林的地位在上升。“科学是孤独事业”的神话既能在科学界之内也能在科学界外一直流传下去，这种文学的创作过程就是例证。但是，让这个神话控制历史的责方不只是科学家。

直到20世纪，史学家们的背书也是个问题。历史写作的传统可以解释其原因。教育心理学家认为，还没进入大学的学生常把历史看作个人性质，而不是更大规模进程的展现。所以，1492年发现美洲是哥伦布、费迪南德国王、伊莎贝拉女王的故事，而不是关于正经历社会、宗教、经济变迁的卡斯蒂利亚王国的、夹杂了贸易竞争的故事。这样的手法通常称作“大男子主义”历史，许多早期科学史的经典叙事文就是这种形式。科学革命的历史——自1543年哥白尼以太阳取代了地球的宇宙中心地位至1687年牛顿万有引力定律发表后不久，这段历史曾经，也依然沉迷在以个人及个人发现为主导的文章里。注

和20世纪60年代及其之后的社会活动——公民权利、女性运动、反战抗议——一致，学者们也变革了对科学的历史研究。这些新的方法虽有不同，但对科学实践的社会化本性都具有共同的看法。这些方

法多落在社会建构论的类目里。建构论强调背景、社会、争论、交流以及科学实践的许多其他社会层面；它模糊了科学与社会的界限。比方说，科学教育过去曾被视为制度史的一个部分，是世代繁殖、形成知识、传播知识的关键。再早一些，事实曾被发现过。从建构论派的角度来看，事实不是天生的，而是人为造出来的。一度被视为个人追求的知识创造成了集体所有制。原本属于知识创造尾声的科学发现，如今成了局部现象的开端。只有逐步贯穿共同经历的过程，发现的结果才能被共有。此外，科学实践更为庞大的背景——社会、政治、经济、文化等背景，能把自己加入知识生产中的任意一处。从最底层支持建构论的假设正是，科学与社会不可分割。欲知此，须知他。注

科学的孤独神话在建构论中没有存身之地。以今天的观点，科学社会的建立始于17世纪，部分原因是为了压制任何科学实践向宗教实践靠拢机会——这会纵容孤独。有人说，孤独是科学发现的先决条件，这只是修辞。一位建构论的顶级专家这样总结："因此，孤独的哲学家只是在模仿上帝。"注

因此从建构论的角度，牛顿的形象则极为不同。身为一名科学界的专家，他有多孤独？他当然没敢多远离剑桥、伦敦、林肯郡。他甚至没去过海滩。然而，尽管他的存在相对孤立，他还是接通到了一个庞大的全球性网络，接触到潮汐水位、钟摆长度、彗星位置等的数据，并以此实证支撑其万有引力理论。这些信息要想到达英国的海岸，只有通过贸易公司、耶稣会传教士、天文学家和文学界学者们的通信。自然哲学家、天文学家、水手、船坞工人和商人将当地的数据通过船只载给牛顿，或者由牛顿派使者前往远方的港口和场所采集自己需要的一定量的信息。这种消息中继站绝非简单的转换信息，因为得先对数据及其制造者进行评估和可靠性分析——牛顿在调和不一致的数据采用取平均值的方法。因此，离开英国的商业革命及其所属的全球贸易网络，牛顿的自然哲学就不可能存在。同样，达尔文的生物

进化的证据也源自大英帝国的网络。不论牛顿或是达尔文，孤独天才的故事不过是忽略了天才们重要生活背景的文化建设而已。[注]

孤独科学家的神话和所有神话一样，歪曲了过往。这样的歪曲，不仅仅是“蓄犯之罪”，还是“疏忽之罪”。孤独神话的必然结果是，科学成了白人男性的追求。这两类神话将女性、有色人种和技术员的付出抹为无形。长久以来独自或几乎独自工作的女科学家、女助理、女性电脑操作员、女技术员，因男性同业者而失色。尽管对沃森和克里克在1953年发现DNA结构的过程中，是否经罗莎琳德·富兰克林（Rosalind Franklin，1920—1958）明确许可才使用了她的X射线衍射像尚存争议，富兰克林对发现DNA结构的贡献都至关重要，而且，她收到的赞扬不如沃森和克拉克那么多。同样，当塞西莉亚·加波施金（Cecilia Gaposchkin，1900—1979）于1925年发现，氢是整个宇宙中含量最多的元素时，直到普林斯顿大学天文台台长亨利·诺利斯·罗素（Henry Norris Russell，1877—1957）公布这一结果，并在脚注中引用加波施金的发现之前，男性天文学家们始终持怀疑态度。[注]

对于女性及其他以前在科学界受到忽略的群体所起的作用，因为科学史出现了新办法而得到了更多的关注。科学家以实际从事研究工作的科学家为人数基础的开阔视野，无法承受只有男性特征的科学形象设想。更进一步考虑女性的角色给如何兼顾家庭生活和科学追求带来了启示。两者的结合有时甚至是科学必需的，例如在天文学里，女性曾在夜间辅助天文观测。女性在科学界的历史对科学的孤独神话形成了某些最重要的矫正。[注]

希格斯在引言部分的言辞表明科学的孤独神话一直延续到20世纪。但是这也表示，科学在21世纪不是独自一人的、寂静的研究。除非有严格控制的同行评审程序让科学界对其进行深入讨论，并在普通会议及学术会议上接受审核，否则在孤独中形成的思想并不能成为科学知识的一部分。实验室情景中一起合作的研究人员已经演变成国际

团队的研究人员，他们会合并各自的数据形成一篇多位作者的论文。以“政府间气候变化小组”为例，他们有数百名作者还有数十位编辑，为小组报告的每一项决定投票。(注)科学认识论上的空白以民主的形式运作着。科学并不比生命本身更孤单，它的协同性和社会化既根本且深入。

---

1. （感谢“牛顿的苹果：关于科学的神话”会议成员的踊跃讨论，感谢本书主编为本文提供的睿智建议。）

   Edmund Turnor, *Collections for the History of the Town andSoke of Grantham: Containing Authentic Memoirs of Sir Isaac Newton*(London: William Miller, 1806), 173n2; Decca Aitkenhead, “Peter Higgs:I Wouldn’t Be Productive Enough for Today’s Academic System,”*Guardian*, December 6, 2013, www.theguardian.com/science/2013/dec/06/peter-higgs-boson-academic-system.

2. Joseph Warton and Others, eds., *The Works of Alexander Pope*, 9vols. (London: Richard Priestley, 1822), 2:379.

3. Frank E. Manuel, *A Portrait of Isaac Newton* (Cambridge, MA:Harvard University Press, 1968); Robert Palter, ed. *The Annus Mirabilisof Isaac Newton* (Cambridge, MA: MIT Press, 1971); Richard S. Westfall,*Never at Rest: A Biography of Sir Isaac Newton* (Cambridge: Cambridge University Press, 1980). For further elaboration, see Myth 6 inthis volume.

4. William H. Mc Neill, “Mythstory, or Truth, Myth, History, and Historians,” *American Historical Review* 91 (1986): 1-10.

5. David Park, *Introduction to Quantum Theory* (New York: Mc-Graw Hill, 1964), 2-4; Theresa Levitt, *A Short Bright Flash: Augustin Fresnel and the Birth of the Modern Light house* (New York: W. W. Norton, 2013).

6. Charlotte Abney Salomon, “Finding Yttrium: Johan Gadolin andthe Development of a ‘Discovery,’ ” presented at a conference on Scientific Revolutions, Rutgers University, February 28, 2014. A similar storycould be told about the textbook treatment of Gregor Mendel’s work; for details, see Kostas Kampourakis, “Mendel and the Path to Ge ne tics: Portraying Science as a Social Process,” *Science & Education* 22 (2013):293-324.

7. Ola Halldén, “Conceptual Change and the Learning of History,” *International Journal of Education Research* 27 (1997): 201-210; Herbert Butterfield, *The Origins of Modern Science, 1300-1800* (London: G.Bell, 1949); Charles Coulston Gillispie, *The Edge of Objectivity: An Essay in the History of Scientific Ideas* (Princeton, NJ: Prince ton University Press, 1960).

8. Thomas S. Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions* (Chicago: University of Chicago Press, 1962); Ludwik Fleck, *Genesis and Development of a Scientific Fact*, ed. Thaddeus J. Trenn and Robert K.Merton, trans. Frederick Bradley (Chicago: University of ChicagoPress, 1979); Steven Shapin and Simon Schaffer, *Leviathan and the AirPump: Hobbes, Boyle, and the Experimental Life* (Prince ton, NJ:Prince ton University Press, 1985); Bruno Latour, *Laboratory Life: The Construction of Scientific Facts* (Prince ton, NJ: Prince ton UniversityPress, 1986); Jan Golinski, *Making Natural Knowledge: Constructivismand the History of Science* (Cambridge: Cambridge UniversityPress, 1998).

9. Steven Shapin, "The Mind Is Its Own Place: Science and Solitude in Seventeenth-Century En gland," *Science in Context* 4 (1991): 191-218,on 211.

10. Patricia Fara, "Isaac Newton Lived Here: Sites of Memory antiscientific Heritage," *British Journal for the History of Science* 33 (2000):407-426; Patricia Fara, *Newton: The Meaning of Genius* (London: Macmillan, 2002); Simon Schaffer, "Newton on the Beach: The Information Order of the *Principia Mathematica*," *History of Science* 47 (2009): 243-276; Jim Endersby, "Editor's Introduction," in Charles Darwin, *On theOrigin of Species by Means of Natural Selection; or, The Preservation ofFavoured Races in the Struggle for Life*, ed. Jim Endersby (Cambridge:Cambridge University Press, 2009), xi-lxv.

11. David DeVorkin, *Henry Norris Russell: Dean of American Astronomers* (Princeton, NJ: Prince ton University Press, 2000), 216.

12. Naomi Oreskes, "Objectivity or Heroism: On the Invisibility ofWomen in Science," *Osiris* 11 (1996): 87-113; Steven Shapin, "TheInvisible Technician," *American Scientist* 17 (1989): 554-563; MargaretW. Rossiter, *Women Scientists in America*, 3 vols. (Baltimore: JohnsHopkins University Press, 1982-2012).

13. See Intergovernmental Panel on Climate Change, www.ipcc.ch.

神话26
科学方法可以如实反映科学家的工作
丹尼尔·P. 瑟斯（Daniel P. Thurs）

科学方法是执行科学的程序。

——维基百科，“科学方法”（Scientific Method）(注)

最好先剔除不好的部分。所谓的科学方法就是个神话。(注)但这不表示科学家所做的事情无从描述，也不是说他们所做的是自己学科领域里的独一无二。可是，把横跨人类学、古植物学、理论物理学等领域的一套完全不同的实践塞进一些步骤里，除了曲解不可避免，坦率地讲，还严重缺乏想象力。易上手的科学方法袖珍指南版常常只剩下批判性思维、事实核实或是让“大自然自我诉说”，可所有这些都不具备独特的科学性。如果科学典型的配比确切无误，那么真正的科学唯一可能的所在就是小学教室。

刮开科学方法的表面，凌乱无序一览无余。连简化版本之间也有3~11个步骤的差异。有的版本开篇是假说，有的则是现象观察。有的版本包括想象，有的则限于事实。提一个简单的线性成分的问题，真正有趣的事就来了。一个名叫“理解科学”的网站提供了一种“交互表示”的科学方法，乍看上去颇为眼熟。该方法包括“探索与发现”和“测试思想”的圆圈。还有叫作“效益与成果”“社会分析与反馈”的圆圈，但在科学方法的领域，它们算是罕见的。更糟的是，到处都是箭头。当

你把鼠标移到每一个圆圈上，就又多出一个包含了多个分类和乱七八糟箭头的流程图。㊟

通常科学方法咒语出现的地方也说明了问题。一个没有细节的构思根本无法引起科学论文及对高中以后的专门科学训练的关注。讨论越是“向内”，也就是越与非科学绝缘，就越可能涉及关系密切的同事所关切的程序、协议和技术。㊟同时，极抽象的科学方法概念就像一个修辞学的黑洞，把公众对科学的讨论都吸引到它的轨道上来了。教育工作者、科学家、广告公司、科普作家、记者也都被它吸引过去了。㊟在吸引世俗关注的话题辩论中——从全球变暖到智能设计论——这门咒语开始常态化。只要非科学家的人能相信，科学方法的标准配比就称得上重要。

现在该说说好了。科学方法不过是一种修辞。初看上去这确实不像是好事，但的确就是如此。作为修辞的科学方法，比起直观展现科学家的工作方式要更复杂、更有意思、更有启示意义。修辞不仅仅是语言；更确切地说，“仅仅”是帮助形成认知、管理资源和权力的流动，使一些行为或是信仰成为可能或不可能的强有力的工具语言。雷蒙德·威廉所谓的“关键字”尤其如此。当今的关键字包括“家庭”“竞赛”“自由”，还有“科学”。这些字大家都熟悉，重复又重复，直到每个人都得知道它们的含义。然而，若刮开它们的表面，其含义就满是凌乱、变化和矛盾了。㊟

听起来熟悉吗？帮助一代又一代人了解科学面目的科学方法是一种关键字（或短语），即便人们对科学的准确含义还没有形成共识——特别是当人们对科学的准确含义还没有形成共识的时候。这个词脱口而出，周围的人点头表示同意，可是心中或许有另外的概念。只要没人提出太多的问题，这个词的灵活性可以是凝聚力，也可以是激励群体行动的工具。定义过于精确的词，易碎；其应用会局限于具体

的情况。定义过于松散的词会产生困惑，跟什么都没说一样。只有在精确和模糊间平衡得好的词可以改变世界。

科学方法也是这样，已有一阵子了。早在1874年，英国经济学家斯坦利·杰文斯（Stanley Jevons，1835—1882）在其备受关注的《科学的原则》（*Principles of Science*）中提出这种看法：虽然物理学家熟练地谈起科学方法，但他们无法轻易地描述出这个词的意思。半个世纪之后，社会学家斯图亚特·赖斯（Stuart Rice，1889—1969）曾试图“归纳性地检验”科学方法在社科文献中的定义。最终，他抱怨说这“徒劳无益”。“需要列举的项目数量，”他这样写道，“将无穷无尽。”[注]

不过，科学方法可能具有的含义彼此之间差距巨大，这倒使它成了修辞的珍贵资源。实际从事研究工作的科学家们绘制的方法论图画是为支持自己的立场、削弱对手的立场而量身定做的，即便结果并不一致。[注]科学方法至少有三种修辞功能：边界工作的工具、科学界和世俗世界的桥梁、科学自身的标记。虽然它常同时满足这些角色，但这些角色也意味着使用科学方法的粗略年表。后来，“科学方法”这个词被拿来向非科学家们强烈地表达科学的相关性。多少有些巧合的是，这咒语平息了真正的科学带来的疑虑。

时机是理解科学方法的关键。自古希腊时期就开始讨论研究自然的最佳方法。对中世纪伊斯兰世界及中世纪欧洲的自然哲学家来说，方法是他们着重关心的内容之一，而很多史学家认为科学革命形成的方法中转变对现代科学的产生至关重要。[注]有鉴于此，更值得注意的是，19世纪中期之前的英语国度鲜有人使用“科学方法”这个词，从19世纪末至20世纪初它才普遍受到公众瞩目，并于20世纪20—40年代达到顶峰（见表26–1及26–2）。[注]总之，科学方法是相当近期的发明。

但它并不唯一。“科学与宗教”“科学家”“伪科学”这些如今很耳熟的修辞也是在那段时期才变得有名。[注]从这个意义上说，“科学方

法”是所谓修辞套装的一部分，这个重要关键字的集合让科学易懂，使之区别于其他领域的思想，将它的信徒区别于其他人。在所有这一切发生的同时，大众的科学理念也从19世纪早期的一般性系统知识向20世纪早期的独特信息转变着。这些理念使谈论科学方法的习惯黯然失色——较之其他人类活动，这一习惯打开了证明科学权威性的大门。注

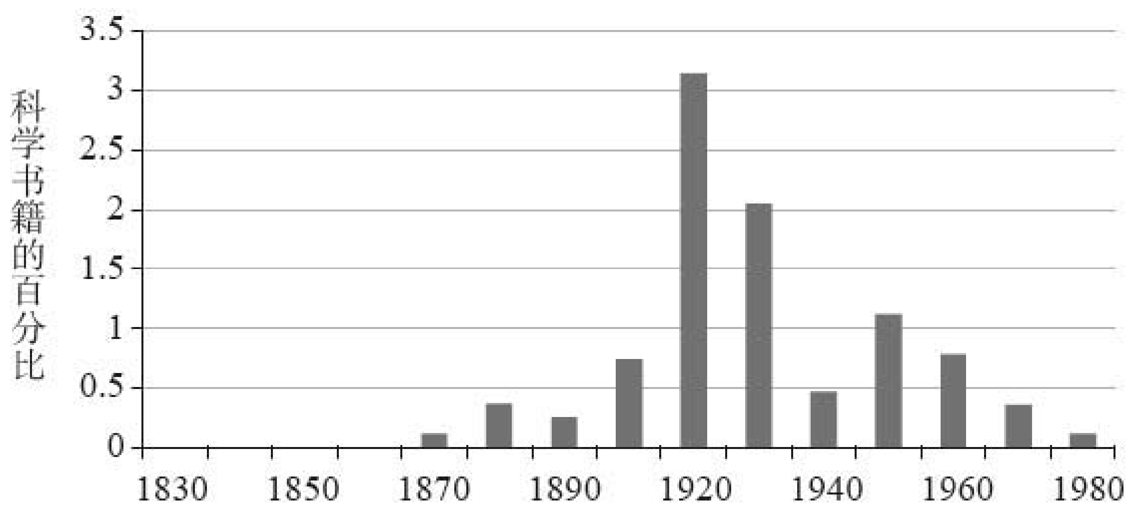


表26–1 所有已出版的、标题中有“科学方法”字样的书籍的百分比，以十年为单位

来源：国会图书馆

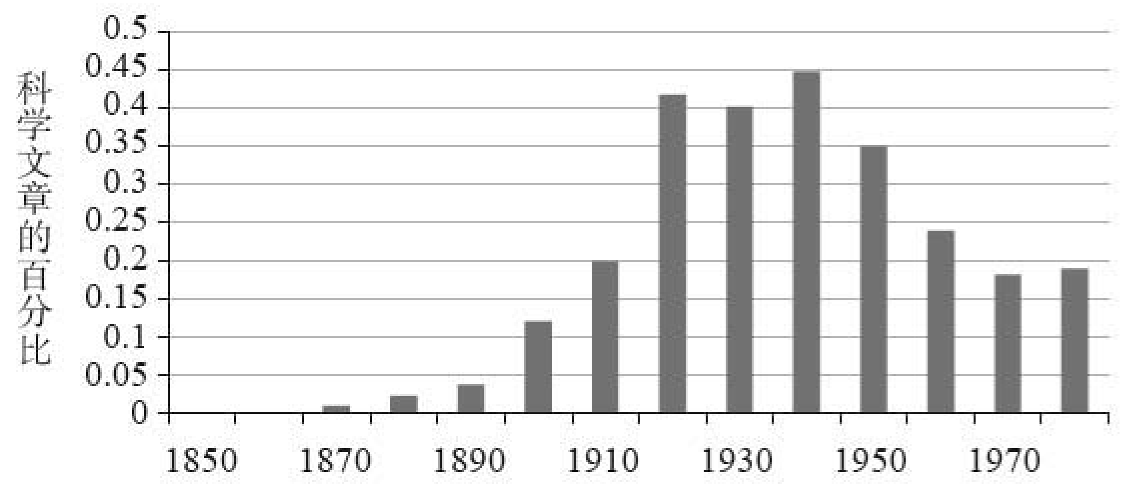


表26-2 所有标题中有“科学方法”字样的杂志文章

来源：期刊目录索引

这种工作就是托马斯·吉伦（Thomas Gieryn，生于1950年）称作“边界工作”的本质，即利用变化，甚至利用潜在科学定义中明显的矛盾之处，自己多接触社会资源和物质资源，同时否定他人可从中获得利益。注 19世纪末，大部分围绕着科学的公共边界工作就是激烈地争论生物进化及科学与宗教之间出现的断层。有鉴于此，我们可以预期，科学方法是进化论思想倡导者如丁铎尔（John Tyndall，1820—1893）及赫胥黎的重要武器。可是事实并非如此。唯一的科学方法论理念还是太新颖，缺乏使之使用的修辞灵活性。相反，最大声的科学方法咒语是希望限制科学范围的人们念想的。据一位为杂志《女士的智囊》（*Ladies' Repository*，1868）写文章的作者反映，“每一代人，在累积科学方法新实例的时候，对于如何用更伟大、更高贵的灵魂自律性拼凑起这些实例，越来越觉得难堪——无论身处怎样的生活环境，灵魂总能听到身边上帝的新命令”。注

到了20世纪，“科学方法”早已是公开讨论中常见的内容。这个词已然积累了多种含义，使其可以成为一种实用的修辞工具。同时，科学的实际内容似乎正在日趋技术化的屏障后慢慢缩小。1906年，《国家》杂志的一位专栏作家曾感叹科学知识的复杂性。“你可能会说，”他说道，“不是受过教育的普通人放弃了科学，是科学放弃了他。”注科学方法仍然是连接实验室与日常生活领域之间唯一稳定的桥梁。它显示了科学之所以重要的原因，也为驾驭该重要性提供了机会，这种机会甚至连普通公民也能把握，不然就得被科学信息折腾得晕头转向。

在这样的情形之下，难怪有人声称“科学最了不起的馈赠就是科学方法”。注 1932年，当物理学家密立根在华盛顿向记者们发表讲话时，他对听众们说“科学普及对世界进程的主要贡献在于把科学方法的知识传播给了普通民众”。注教育工作者将科学方法作为教导学生科学的形式特别加以推广。注 1910年，约翰·杜威（John Dewey，1859

—1952）在美国科学促进协会教育处前谴责说，“在教学中，科学多成了现成材料的集合，学生们虽理应熟悉，但不足以成为思考的方式”。1947年，全国教育研究协会第47届年鉴称，“对几点教育探讨的共识大过希望教授科学方法的共识”。[注]

随着科学成为现代社会、现代文化中更强大的一股力量——部分因为科学方法的咒语，越来越多的人试图利用科学的威望。对于社会科学家来说，这尤为重要，他们常被看作冒牌科学家。约翰·B. 华生（John B. Watson，1878—1958），这位行为主义计划的核心人物在1926年认为，心理学的方法“必须是一般性的科学方法”。同年，美国社会科学研究会将其下属的一个小组重组进了科学方法委员会。它赞助的一个会议最终完成了大部头的《社会科学方法》。[注]20世纪二三十年代，把社会科学当作指南的记者们也将注意力转向了科学方法。1928年，乔治·盖洛普（George Gallup，1901—1984），盖洛普民意调查机构的创办人，在爱荷华大学完成了一篇关于“确定读者兴趣的客观方法”的论文。两年后，他提交了一篇文章题为“确定读者兴趣的科学方法”。在这两篇文章中，他主张和读者一起读报，注意他们的反应。[注]

在20世纪早期，科学医学、科学工程、科学管理、科学广告、科学生育四处风靡，以科学方法的使用为自己正名。在20世纪三四十年代，极权主义蔓延的时候，科学方法在开放的、批判性的思维之间维持平衡的能力预示了一个真正“民主的科学”。[注]在广告驱动的新市场中，消费者们遭遇到了品格并不怎么高尚的图书，例如，伊比（Eby）的《萨克斯的完整科学方法》（*Complete Scientific Method for Saxophone*，1922）、马丁·亨利·芬顿（Martin Henry Fenton）的《饲养巨型牛蛙的科学方法》（*Scientific Method of Raising Jumbo Bullfrogs*，1932）和阿诺德·艾雷特（Arnold Ehret）的《吃出健康的科学方法》（*A Scientific Method of Eating Your Way to Health*，1922）。拿伊比举

例，他从没有说清楚他的完整科学方法。但是他不需要。就像耐克鞋上的勾，科学方法只需要在表面展示一下就够了。

从20世纪中期以后，科学方法依然是宝贵的修辞资源，尽管它也失去了一些光彩。回头再看看科学方法在公众讨论中频次增多的那几幅图，可以发现，当科学方法被越来越多的哲学批判当作主题，被讨论的频次就会减少。1975年，伯克利的哲学家保罗·费耶阿本德（Paul Feyerabend，1924—1994）在《反对方法》（*Against Method*）中就抨击了一种可界定的单一科学方法概念，他反而说，什么有用科学家就做什么。[注]教育工作者们也开始持怀疑态度。1968年版的《当今中学的科学教育》（*Teaching Science in Today's Secondary Schools*）感叹道，“数以千计的年轻人记住了教科书中”科学方法的“步骤”，“当他们凭直觉怀疑这是否恰当时，又将这些概念向老师重复”。[注]这种审视将科学方法塑造得狭隘、易碎，剥夺了它的修辞效用。

另外，科技产品已入侵日常生活，它是更为有效的科学象征的前兆，是沟通实验室和世俗世界的桥梁。今天，我们发现了生物技术、信息技术、纳米技术，而不是发现新的科学领域。广告的主线就是被一切可用的新技术所吸引——从电子设备到美发产品。同样，现代知识分子常用技术打比方，包括以“系统”“平台”“结构”“工艺”等表示一般工作方法。“技科学”——指抽象知识与物质设备交错而成的产品——在科学社会学家中间受到了广泛青睐。

然而，科学方法完成了关键字该做的事。它不反映现实，而是帮助创造现实。它帮助定义从他类知识中分离出来的科学形象，证明其相对于被遗留下来的内容而具有的价值，它还代表着科学权威。科学方法一直这样，只是不如全盛时期那般有效。假如我们重回到一种简单的看法，即科学方法确实是产生科学知识的配方表，那我们就看不到大量历史，看不到文化地图上重要试金石的形成。我们若赞同狭隘又违背事物纯粹面貌的观点，就会剥夺本可能更有趣的看法。

1. *Wikipedia,* s.v. “Scientific Method,” accessed November 29, 2014, http://en.wikipedia.org/wiki/Scientifi c method.
2. See, for instance, Henry H. Bauer, *Scientific Literacy and the Myth of the Scientific Method* (Urbana-Champaign: University of IllinoisPress, 1994).
3. “How Science Works: The Flowchart,” Understanding Science:How Science *Really* Works, undsci.berkeley.edu/article/scienceflowchart.This website was created through a partnership between the Universityof California Museum of Paleontology and the University of Californiaat Berkeley and funded by the National Science Foundation.
4. John A. Schuster and Richard R. Yeo, eds., *The Politics and Rhetoricof Scientific Method: Historical Studies* (Dordrecht: D. Reidel, 1986).
5. For the definitive account of “scientific method” in education, seeJohn L. Rudolph, “Epistemology for the Masses: The Origins of the ‘Scientific Method’ in Education,” *History of Education Quarterly* 45(2005): 341-376.
6. Raymond Williams, *Keywords: A Vocabulary of Culture and Society*(New York: Oxford University Press, 1976), 17.
7. Stanley Jevons, *Principles of Science* (London: Macmillan, 1874),vii; Stuart Rice, introduction to *Methods in Social Science*, by Stuart Rice,ed. (Chicago: University of Chicago Press, 1931), 5.
8. G. Nigel Gilbert and Michael Mulkay, “Warranting Scientific Belief,”*Social Studies of Science* 12 (1982): 383-408.
9. For a general methodological overview, see Laurens Laudan, “Theories of Scientific Method from Plato to Mach,” *History of Science* 7(1968): 1-63; and Barry Gower, *Scientific Method* (London: Routledge,1997). On the Scientific Revolution, see Steven Shapin, *The Scientific Revolution* (Chicago: University of Chicago Press, 1996).
10. The three databases used here include the catalog of the Library of Congress (http://catalog.loc.gov), the *American Periodicals Series Online* (http://www.proquest.com/products_pq/descriptions/aps.shtml), and the catalog of the contents of the *New York Times* offered by *Proquest Historical Newspapers* (http://www.proquest.com/products_pq/descriptions/pq-hist-news.shtml). I performed all these searches between May andJune 2004. The first was on “scientific method” in book titles. The second two were on “scientific method” in the full text of articles. In all cases, Idivided by the total number of items about science to gain a better imageof the relative prominence of the scientific method as an aspect of sciencetalk.
11. These conclusions are drawn from the same set of databases, inaddition to other important catalogs, including 19th Century Master file(www.paratext.com/19th-century-

masterfile); Making of America (www.hti.umich.edu/m/moagrp and http://cdl.library.cornell.edu/moa); and*Readers' Guide* (www.hwwilson.com/databases/Readersg.htm), usingthe same kinds of searches mentioned in the previous note. See also Williams,*Keywords.*

12. See, for instance, Daniel Patrick Thurs, *Science Talk* (New Brunswick,NJ: Rutgers University Press, 2007); and Peter Harrison, Ronald L.Numbers, and Michael H. Shank, eds., *Wrestling with Nature: FromOmens to Science* (Chicago: University of Chicago Press, 2011).

13. See Thomas F. Gieryn, *Cultural Boundaries of Science: Credibility on the Line* (Chicago: University of Chicago Press, 1999).

14. "The Future of Human Character," *Ladies' Repository,* January1868, 43.

15. Quoted in Daniel J. Kevles, *The Physicists: The History of a Scientific Community in Modern America* (New York: Alfred A. Knopf,1978), 98.

16. W. C. Croxton, *Science in the Elementary School* (New York: Mc Graw-Hill, 1937), 337.

17. Robert A. Millikan, "The Diffusion of Science: The Natural Sciences," *Scientific Monthly* 35 (1932): 205.

18. See Rudolph, "Epistemology for the Masses."

19. John Dewey, quoted in Louise Nichols, "The High School Student and Scientific Method," *Journal of Educational Psychology* 20 (March 1929): 196; Nelson B. Henry, ed., *46th Yearbook of the NationalSociety for the Study of Education* (Chicago: University of Chicago Press,1947), 62.

20. John B. Watson, "What Is Behaviorism?" *Harper's Monthly* 152(1926): 724; Dorothy Ross, *The Origins of American Social Science* (Cambridge: Cambridge University Press, 1991), 401-402.

21. Michael Schudson, *Discovering the News: A Social History of American Newspapers* (New York: Basic Books, 1978), 7-8; George Gallup, "A Scientific Method for Determining Reader-Interest," *JournalismQuarterly* 7 (1930): 1-13.

22. David Hollinger, "Justification by Verification: The Scientific Challengeto the Moral Authority of Christianity in Modern America," in *Religionand Twentieth-Century American Intellectual Life,* ed. Michael H. Lacey (Cambridge: Cambridge University Press, 1989), 116-135.

23. Paul Feyerabend, *Against Method* (London: Humanties Press,1975). See also Paul Feyerabend, *Killing Time* (Chicago: University ofChicago Press, 1995).

24. Helen P. Libel, "History and the Limitations of ScientificMethod," *University of Toronto Quarterly* 34 (October 1964): 15-16;Walter A. Thurber and Alfred T. Collette, *Teaching*

Science in Today'sSecondary Schools, 2d ed. (Boston: Allyn and Bacon, 1964), 7. In general,see John L. Rudolph, *Scientists in the Classroom: The Cold WarReconstruction of American Science Education* (New York: PalgraveMacmillan, 2002).

神话27

伪科学和科学之间有明晰的界线

迈克尔·D. 戈丁（Michael D. Gordin）

在假说被纳为科学以前，它必须与对自然的基本理解有关联，并符合一项基本原则。这项原则就是，假说必须可验。可以证明其错误的手段，比证明其正确的手段更重要。乍听上去，这似乎有些奇怪，因为我们通常关注于验证某件事的真实性。但科学假说不同。事实上，如果你想确定一种假说是否科学，要看看是否有测试去证明它是错的。如果没有这种可能性，那么它就不科学。

——保罗·休伊特（Paul Hewitt），《概念物理》（*Conceptual Physics*）（2002）㊟

不多久前，科学教科书上出现了一个新的神话。虽然几乎所有较低级别的普通科学教科书都有一个章节详述“科学方法”（见神话26），但是现在你还发现，对哲学家的“划界问题”——如何区分科学和伪科学——有了明确讨论。许多教科书（比如休伊特的《概念物理》）认为解决这个问题的方法显而易见，要让一种理论看起来科学，我们就来一次“可证伪性”的界线测试。然而，这个问题在以前似乎还不明确，现在，可证伪性已经把所有的划界争夺者挤出门外，而且，人们认为可证伪性是学生的必修功课。

教导学生区分“真正的科学”和冒牌科学是科学教育的核心任务，这符合情理。每一个公立和私立学校的学生都会接受几年的科学课程，但是，只有一小部分人将来会从事科学事业。其他人跟我们学了

那么多科学知识，他们因此可以明白科学意味着什么，具备科学素养（希望如此），能把学过的内容用在生活中。[注]对这样的学生而言，划界线的神话必不可少。

虽然“划界问题”这个名字在第一次世界大战和第二次世界大战之间的欧洲由哲学家卡尔·波普尔（Karl Popper，1902—1994）命名——他在接下来的故事中扮演着重要角色，但是，“划界问题”实则历史悠久。这个问题其实应该是几个：如何区分知识的对错；如何辨别科学与“非科学”的一切领域（艺术史、神学、园艺）；如何将科学与极似科学，却因故并不算科学的事物区别开来。教育神话的目标正是最后这组传统上被对手叫作“伪科学”的骗子，出现于20世纪80年代之后的美国。“可证伪性”的时机和应用，都源自科学哲学与公立学校教授创世论存在法律争议这两者之间的交集。

自有科学以来，划界问题一直是人们关注的中心。比如说，公元前5世纪，希波克拉底在“论圣病”中抨击了“我们如今称为巫医、信仰治疗师、庸医、江湖郎中的那一类人”，他们把圣病这个名字加诸到一种完全能够解释的常规疾病之上——后来被现代人叫作癫痫。[注]自那时起，哲学家们（许多人的行为今天看来无疑是科学的）有过多次构思巧妙的尝试，企图阻止科学鸠占鹊巢。[注]他们全都失败了。

区别科学和伪科学极其困难。“伪科学”的本质特征是所有这类学说都具有的，它们极似科学，用表面特征无法识别。[注]我们也不能将“伪科学”定义成错误的学说，这是因为许许多多今天认为不对的理论——以太物理、设计说的论证——无疑曾一度属于科学（见神话4），这说明，许多如今认为是正确科学的内容终将以不正确而被抛弃。这些观点的倡导者是伪科学吗？这样说似乎有些荒谬。摇摆不定频频发生，科学史中充斥着似这类有趣的案例（颅相学、催眠术、针灸、超心理学等）。[注]

早在1919年，年轻的波普尔希望区分科学与伪科学；他很清楚，科学常常出错，伪科学偶然会撞上“真相”。注他发现较早期的尝试大多并不理想，多因为人们觉得真正的科学得由实证证实的知识主张。但这绝不可能。在维也纳学术界，有三个自称“科学”的学说：马克思（Karl Marx，1818—1883）的历史唯物主义、弗洛伊德（Sigmund Freud，1856—1939）的精神分析学、阿德勒（Alfred Adler，1870—1937）的个体心理学，它们从不缺证明；事实上，每个例子都看似是对它们的肯定。波普尔好奇，要证明它们无效都需要哪些代价，爱因斯坦广义相对论的实验验证让他吃惊不小。在1919年的日食观测中，阿瑟·爱丁顿（Arthur Eddington，1882—1944）测量出太阳引力场使星光路径产生弯曲，进而肯定了广义相对论。爱因斯坦曾在1915年发表广义相对论时称，如果光线的曲率值不正确，那么这个理论就不对。“这件事给人的深刻印象是，”波普尔说，“这种预测具有风险。”你必须赌上错的可能，才有对的机会，这就是科学。他最后总结道：“一言以蔽之，理论的科学地位标准在于它的可证伪性，或说可反驳性，或可检验性。”注

这就是对可证伪性的介绍，但是，这段描述删节了波普尔大部分的推理。波普尔说，1919年时，他在听到日食观测的消息后，马上形成了一些想法，不过他在1928或1929年才创造出“划界问题”这个词，直到1953年，他在剑桥大学彼得学院的一次当代英国哲学讲座上（由英国文化协会赞助），才首次公开整套理论。（波普尔为了躲避纳粹主义在1937年离开维也纳前往新西兰，最后到了英国。）注这段历史很重要，原因有二：推迟发表夯实了对爱因斯坦的升华和对弗洛伊德的诋毁，使波普尔显得有先见之明；而且这套理论还是英文的，波普尔在认识论历史上最重要的著作《科学发现之逻辑》（*Logik der Forschung*，1934）于1957年被译成英语，中间不过隔了几年。波普尔的整套理论中，可证伪性有一些连科学教育工作者都没多少兴趣的特点。

首先，波普尔不相信真理。他那篇可证伪性的文章中有对大卫·休谟（David Hume，1711—1776）的著名哲学感知的批判。对波普尔来说，不存在“自然法则”，也没有类似科学“真理”的东西。有的只是许多未被证伪的观点。这样大胆的立场成就了其部分吸引力，这种激进的怀疑论也没有因此从理论的特征表述中抹去。

可是，即便是这样有所删节的波普尔证伪主义依然引发了高度关注：也就是，它行不通。想想波普尔（合理）的担心：我们怎么知道一种理论已经得到印证；可遗憾的是，哪怕给已被印证的实例打上“否”的标签，也不会更易得出认识论上的决定论。如果一个否定结论就足以证明理论有误，那么中学实验课上的学生早就证明，几乎我们自信对自然世界的一切理解都是错的。此外，我们期望划界标准最起码能将所谓科学行为划归一个阵营，伪科学在另一个阵营。在这一点上，波普尔失败了，这是因为不但科学行为之间十分异类，其方法和实践也多有不同。例如，“历史”自然科学——如进化生物学和地质学等无法“倒带重来”的科学，在证伪试验中表现欠佳。

科学哲学家拉里·劳丹（Larry Laudan，生于1941年）在1983年的一篇文章中雄辩这种情形的糟糕：

> （波普尔的标准）承担了怪人们虚言“科学”的不良后果。因此，支持地平说，拥护《圣经》的神创论，深信苦杏仁苷的药效（19世纪末，人们曾尝试将它作为抗肿瘤药物。实际上，它在科学试验中效果不佳且毒性较大。——译者注）或是生命能之盒，追随尤里·盖勒，深信百慕大三角的神秘，致力于化圆为方，相信李森科，为诸神御战车，建造永动机，搜寻野人，相信有尼斯湖怪兽，施行信仰疗法，痴迷“聚合水”，炼金，相信世界末日要来了，喜欢原始的呐喊，探测水源，变魔术，占星，这些人因波普尔的标准反而成了科学家，他们只要打算说出自己不论多荒谬的观察发现（如果真的有发现），就会改变自己的想法。[注]

劳丹认为，任何语义明晰、可证伪性的标准一定不会行得通：划界问题是解决不了的。这个观点一直受到猛烈的哲学反击，但反对者们不再寻觅所谓的明晰。相反，他们列出的标准清单，或是将某理论渲染得像科学——类似于精神科十分普遍的《精神疾病诊断和统计手册》（DSM）——或是将伪科学学说按照“家族相似性”分组［这是波普尔的死对头维特根斯坦（Ludwig Wittgenstein，1889—1951）所言］。(注)要在今天找出一位认为波普尔标准真正解决了划界问题的哲学家，几乎不可能。

那么，我们为什么不断遭遇这则神话呢？问题的答案与哲学或科学的相关性还不如与法律来得近。自20世纪60年代起，美国的州政府陆续通过法令，规定在生物课上“进化论科学”（新达尔文自然选择论）要和“特创论科学”（新版的洪水地质学，与创世纪中的创世故事内容一致的科学描述）实现教学“时间平等”。反对者们抗议道，这种法律把宗教带进了公立学校，违反宪法规定的政教分离。在阿肯色州一件上了联邦法庭的案件中，许多科学家、哲学家、科学史学家的证词给拿来利用、裁定抗辩的有效性：神创论是合法的科学假说，所以非“宗教”。科学哲学家鲁斯为几条不同的划界标准（不包括神创论）出庭作证；在麦克莱恩诉阿肯色州教育董事会一案中，法官威廉·奥佛顿（William Overton，1939—1987）在1982年1月5日做出裁定时格外留意到其中一条标准。奥佛顿列举了让学说成为“科学”的五点，最后一点是这样的：“该学说具可证伪性（鲁斯及其他科学见证人）。”(注)因此，鲁斯对波普尔形象的简单描绘成了决定事物科学与否的法律尺度。

虽然不少科学哲学家对麦克莱恩案的结果很满意，可是鲁斯却受到广泛批评，尤其是在前面提到的劳丹的文章里。一些批评卡了壳；新版的神创论（即智能设计论，ID）在2005年的宾夕法尼亚州法院出现，在法官约翰·琼斯（John Jones，生于1955年）的判决中，包括了对“科学”构成的广泛讨论，但仅有两次提到可证伪性：一次是对奥佛

顿判决的解释；一次是描述生化学家迈克尔·比希为回避同行评审，如何重新定义凝血机制。法律判例不支持波普尔，而是把经过同行评审的主流期刊奉为给科学划界的黄金标准。注就这样，我们从认识论来到了社会学。

我们的划界准则并不清晰，其理由很简单：临摹。每当新提出一个测试，游走在边缘的倡导者们拼命想要满足测试要求，这恰恰是因为他们相信自己追寻的是正确的科学，认为有划界的必要。比方说，神创论派就有很多可证伪的观点，何况现在还有了经过同行评审的期刊。最后，划界的实施者与他们不想要的学说之间形成了平衡竞争。注划界标准随时间的推移发生变化，你会发现，那些被有建树的科学家指责“伪科学”的人们除了都被妖魔化以外，几乎没有共同之处。

不过，与否定气候变化及非常规的其他边缘学说相关的极高政治风险中，划界问题依然是不可或缺的。注正如社会学家托马斯·吉伦（Thomas Gieryn，生于1950年）所指出的，虽然对哲学家来说，划界问题难免令人沮丧，但对科学家来说这就是日常生活：不是读读本文，不看邮件，关掉网站。他们通过社会训练得来划界的判断。注他们不需要神话；神话是为我们准备的——从高中理科班毕业、步入登记选民行列的我们。

---

1. （感谢Kostas Kampourakis、Erika Milam、Ron Numbers和Michael Ruse对本文初稿提出的宝贵建议。）

   Paul G. Hewitt, *Conceptual Physics: The High School Physics Program* (Needham, MA: Prentice Hall, 2002), 4.

2. Chris Mooney and Sheril Kirshenbaum, *Unscientific America: How Scientific Illiteracy Threatens Our Future* (New York: Basic Books, 2009).

3. “The Sacred Disease,” in *The Medical Works of Hippocrates*, ed.and trans. John Chadwick and W. N. Mann (Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1950): 179-193, on 179. We no longer believe the author's wind-and-brain etiology but do endorse his critique of theological causation.

4. Thomas Nickles, “The Problem of Demarcation: History and Future,”in *Philosophy of Pseudoscience: Reconsidering the Demarcation Problem,* ed. Massimo Pigliucci and Maarten Boudry (Chicago: Universityof Chicago Press, 2013): 101-120.

5. For a discussion of further conceptual difficulties of the problem,see Martin Mahner, “Science and Pseudoscience: How to Demarcate afterthe (Alleged) Demise of the Demarcation Problem,” in Pigliucci andBoudry, *Philosophy of Pseudoscience,* 29-43, on 31-33.

6. A good survey of many fringe topics is Daniel Patrick Thurs andRonald L. Numbers, “Science, Pseudo-Science, and Science Falsely So-Called,” in *Wrestling with Nature: From Omens to Science,* ed. PeterHarrison, Ronald L. Numbers, and Michael H. Shank (Chicago: Universityof Chicago Press, 2011): 281-305.

7. Karl Popper, “Science: Conjectures and Refutations,” in Popper, *Conjectures and Refutations: The Growth of Scientific Knowledge* (New York: Routledge, 2002 [1963]), 43-78, on 44. Emphasis in original.

8. Ibid., 47-48. Emphasis in original.

9. It was originally published as Karl Popper, “Philosophy of Science: A Personal Report,” *British Philosophy in Mid-Century,* ed. C. A. Mace (London: George Allen and Unwin, 1957): 155-189.

10. Larry Laudan, “The Demise of the Demarcation Problem,” in *ButIs It Science?: The Philosophical Question in the Creation/EvolutionControversy,* ed. Michael Ruse, updated edition (Amherst, NY: PrometheusBooks, 1988), 337-350, on 346.

11. Massimo Pigliucci, “The Demarcation Problem: A (Belated) Respo-nseto Laudan,” in Pigliucci and Boudry, *Philosophy of Pseud-oscience,*9-28.

12. Judge William R. Overton, “United States District Court Opinion: *McLean v. Arkansas Board of Education,*” in Ruse, *But Is It Science?,* 307-331, on 318. For the relevant section of the Ruse testimony, see“Witness Testimony Sheet: *McLean v. Arkansas Board of Education,*”in ibid., 287-306, on 300-304. See also Edward J. Larson and Ronald L. Numbers, “Creation, Evolution, and the Boundaries of Science: TheDebate in the United States,” *Almagest: International Journal for theHistory of Scientific Ideas* 3 (May 2012): 4-24.

13. Judge John E. Jones II in *Tammy Kitzmiller, et al. v. Dover AreaSchool District, et al.,* 400 F. Supp. 2d 707 (M.D. Pa. 2005).

14. Michael D. Gordin, *The Pseudoscience Wars: Immanuel Velikovskyand the Birth of the Modern Fringe* (Chicago: University of Chicago Press, 2012), 202.

15. Naomi Oreskes and Erik M. Conway, *Merchants of Doubt: Howa Handful of Scientists Obscured the Truth on Issues from TobaccoSmoke to Global Warming* (New York:

Bloomsbury, 2010).

16. Thomas F. Gieryn, “Boundary-Work and the Demarcation of Science from Non-Science: Strains and Interests in Professional Ideologies of Scientists,” *American Sociological Review* 48 (1983): 781-795.

致谢

本书构思于2009年秋季。当科斯塔·卡波拉契（Kostas Kampourakis）通读完罗纳德·纳伯斯（Ronald Numbers）的《伽利略的入狱及其他科学与宗教神话》（*Galileo Goes to Jail and Other Myths about Science and Religion*）后，他颇受启发，当即想完成一本类似的著作，讲讲富于科学教育意义的各路神话。当年11月在埃及亚历山大的“达尔文当代大会”（the Darwin Now Conference）上，科斯塔和罗纳德首次会面，科斯塔向罗纳德讨教《伽利略的入狱》成文品质的秘诀。罗纳德欣然分享了他的秘诀：“书的每个专题都是请专家写的。”科斯塔谨记于心，之后，在2012年6月访问威斯康星麦迪逊大学时，他向罗纳德提议合著《伽利略的入狱》的续篇，写一写科学史上的神话故事。这本书就此敲定了。

这本书成功的关键在于二十余位作者的共同协作，不过，还是比不上罗纳德的老朋友尼古拉斯·鲁克（Nicolaas Rupke）的努力。他给大家发了邀请函，请我们前往他所在的华盛顿与李大学，参加在2014年5月9—10日举办的工作会议。那次会议是由约翰逊讲座系列、院长办公室、国际学习中心共同出资赞助的。鲁克和他的同事——校长肯尼思·鲁肖（Kenneth Ruscio），教务长丹尼·乌拔（Daniel Wubah），院长苏珊娜·基恩（Suzanne Keen）、马克·拉什（Mark Rush）、格雷戈里·库珀（Gregory Cooper）、劳伦特·波特舍（Laurent Boetsch），以及卡罗琳·温格罗夫–托马斯（Carolyn Wingrove-Thomas）、艾丽西亚·夏尔斯（Alicia Shires）一起，盛情款待了我们所有人。此外，理查德·伯里安（Richard Burian）（弗吉尼亚理工学院及州立大学）和格雷

戈里·麦克勒姆（Gregory Macklem）（圣母大学）等人对本书也提出了富有洞察力的评论与批评。

与会的还有哈佛大学出版社科学和医学领域的执行主编迈克尔·费希尔（Michael Fisher），他给了我们忠告和鼓励。我们由衷地感谢他；同时，我们要对哈佛大学出版社的安德鲁·金尼（Andrew Kinney）、劳伦·埃斯代尔（Lauren Esdaile），威彻斯特出版社的德博拉·格雷厄姆–史密斯（Deborah Grahame-Smith）、杰米·撒曼（Jamie Thaman）为本书所做的努力致以谢意。从一开始，本书就定位为《伽利略的入狱》的续篇，所以能由哈佛大学出版社出版，我们备感荣幸。

科斯塔想要感谢罗纳德，因为他让自己参与原本一人就能轻松完成的编辑工作中去。罗纳德的能干、经验丰富、豁达和幽默，是眼下这本书能够出版的不可或缺的因素。科斯塔还想要感谢家人对他的爱和支持。罗纳德则想向科斯塔的远见、坚持和奉献致以谢意；同时，也要向自己欣赏的科学教育家玛吉·威尔森（Margie Wilsman）致以谢意，感谢她给自己带来的灵感和对自己的垂青。此外，科斯塔和罗纳德还想要感谢本书全体撰稿人的高度合作、及时性，以及他们的高品质的文章，使得整本书在发出邀约后不到一年就完成了。

撰稿人

加兰德·E. 艾伦是圣路易斯华盛顿大学生物学的荣休教授，《生物学史期刊》（*the History of Biology*）前联合主编，生物历史、生物哲学与生物社会国际研究学会前任主席。除了著有《二十世纪的生命科学》（*Life Science in the Twentieth Century*）（1975）和《托马斯·亨特·摩尔根：他与自然科学》（*Thomas Hunt Morgan: The Man and His Science*）（1978）外，他还参与编写了几本入门生物学教科书。

西奥多·阿拉巴齐斯是雅典大学历史与科学哲学系历史与科学哲学教授。他著有《描绘电子：理论实体的传记方法》（*Representing Electrons: A Biographical Approach to Theoretical Entities*）（2006），还是《回顾库恩的科学革命结构一书》（*Kuhn's The Structure of Scientific Revolutions Revisited*）（2012）的合著者［与瓦索·肯迪（Vasso Kindi）合著］。

小理查德·W. 伯克哈特是伊利诺伊大学香槟分校的历史荣休教授。他出版过的书籍包括《系统精神：拉马克和进化生物学》（*The Spirit of System: Lamarck and Evolutionary Biology*）（1977）和《行为模式：康拉德·洛伦兹、尼科·廷伯根和生态学的创立》（*Patterns of Behavior: Konrad Lorenz, Niko Tinbergen, and the Founding of Ethology*）（2005）。

莱斯利·B. 科马克是阿尔伯塔大学的史学教授和艺术系院长。她还是加拿大科学史与哲学学会的会长，科学史与科学哲学国际协会的

第一副会长。她著有《图表帝国：1580—1620年牛津和剑桥的地理学》（*Charting an Empire: Geography at Oxford and Cambridge, 1580—1620*）（1997），并参与著作了《社会科学史：从哲学到实用性》（*A History of Science in Society: From Philosophy to Utility*）（2004）。

戴维·迪普是爱荷华大学传播研究与研究修辞学的荣休教授。他与布鲁斯·H. 韦伯合著了《达尔文学说的演化：系统动力学和自然选择的家谱》（*Darwinism Evolving: System Dynamics and the Genealogy of Natural Selection*）（1996），与已故的马乔里·格林合著《生物哲学：偶然形成的历史》（*Philosophy of Biology: An Episodic History*）（2004）。目前，他正在与约翰·P. 杰克逊（John P. Jackson）合作，撰写一本名为《美国时代下的达尔文主义、民主和种族》（*Darwinism, Democracy, and Race in the American Century*）的书。

帕特里夏·法拉是克莱尔大学剑桥学院的高级讲师，她的《科学：拥有4000年历史》（*Science: A 4000 Year History*）（2009）赢得了诺贝尔奖，被翻译成九种语言。她的著作包括《牛顿：一位天才的形成》（*Newton: The Making of Genius*）（2002）和《潘多拉的布道：启蒙运动中的妇女，科学与权力》（*Pandora's Breeches: Women, Science and Power in the Enlightenment*）（2004）。

科斯塔斯·加罗鲁是雅典大学历史与科学哲学系的科学史教授。他和安娜·西姆奥斯合著《非物理学也非化学：量子化学史》（*Neither Physics nor Chemistry: A History of Quantum Chemistry*）（2012）与《人造制冷史：论其科学、技术、文化等方面》（*The History of Artificial Cold: Scientific, Technological and Cultural Aspects*）（2014）。

迈克尔·D. 戈丁是普林斯顿大学当代史教授。他是一些书的编辑，以及五本书的作者，其中包括《良序：德米特里·门捷列夫和元素周期表的阴影》（*A Well-Ordered Thing: Dmitrii Mendeleev and the Shadow of the Periodic Table*）（2004）、《伪科学战争：伊曼纽尔·维利科夫斯基与现代边缘地带的诞生》（*The Pseudoscience Wars: Immanuel Velikovsky and the Birth of the Modern Fringe*）（2012）、《科学的巴别塔：英语全球化前后人们如何展开科学》（*Scientific Babel: How Science was Done Before and After Global English*）（2015）。

彼得·哈里森是澳大利亚桂冠院士，澳大利亚昆士兰大学欧洲话语史中心研究教授，主任。从2006年到2011年，他在牛津大学担任科学与宗教的伊德雷奥斯教授。他出版了许多关于科学与宗教历史关系的书籍，最近的一本书基于他的吉福德讲座，名为《科学领土和宗教领土》（*The Territories of Science and Religion*）（2015）。

约翰·L. 海尔布伦是加州大学伯克利分校历史教授，荣休副校长；牛津伍斯特学院高级研究员；耶鲁大学和加利福尼亚理工学院客座教授。退休的他依旧在牛津地区活跃，与费恩·阿瑟若德合著的《伽利略》（*Galileo*）（2010）、《爱情、文学和量子原子：重温尼尔斯·玻尔的1913年三部曲》（*Love, Literature and the Quantum Atom: Niels Bohr's Trilogy of 1913 Revisited*）（2013）等近期的著作即是证明。

科斯塔·卡波拉契是日内瓦大学的科学教育研究员。他是国际期刊《科学与教育》（*Science & Education*）的主编，也是施普林格出版的《科学：哲学、历史与教育》（*Science: Philosophy, History and Education*）丛书的主编。他著有《理解进化》（*Understanding Evolution*）（2014），是《生物的哲学：教育工作者手册》（*The Philosophy of Biology: A Companion for Educators*）（2013）一书的编辑。

迈克尔·N. 契尔斯是得克萨斯州沃思堡西南大学的科学史与科学哲学教授。他最近发表了一些文章，为他即将出版的书《自开普勒以后的一切》（*Everything Since Kepler*）做准备，探讨的是从约翰内斯·开普勒（1571—1630）以来，科学和宗教在历史和哲学中的关键事件和长期议题。

艾丽卡·洛林·米兰是普林斯顿大学史学副教授。她著有《找寻寥寥好男人：进化生物学中的女性选择》（*Looking for a Few Good Males: Female Choice in Evolutionary Biology*）（2011），并和罗伯特·A. 奈（Robert A. Nye）合著了《科学的男性气质》（*Scientific Masculinities*）（2015）。

朱莉·R. 纽厄尔是南方理工大学艺术与科学系的临时院长，是地质科学史国际委员会成员，也是美国地质学会地质学史前任主席。她的研究重点是“地质学，以及论科学在美国初步成为一种职业”。

曼苏尔·尼亚孜是委内瑞拉东方大学的科学教育教授。他在国际重要期刊上发表了超过150篇文章，出版了8本书，其中包括《将物理科学作为一项人类事业的批判性评价》（*Critical Appraisal of Physical Science as a Human Enterprise*）（2009）和《从“创立科学”到理解科学本质》（*From “ Science in the Making” to Understanding the Nature of Science*）（2012）。

罗纳德·L. 纳伯斯是威斯康星大学麦迪逊分校科学史与医学史的希尔代尔荣休教授，也是科学史学会、科学史和科学哲学国际联合会的前任主席。他曾担任《伊西斯》（*Isis*）（1989—1993）的编辑，并且是8卷本的《剑桥科学史学》（*Cambridge History of Science*）的作者之一。他撰写、编辑了三十多本书籍，其中包括《神创论者：从科学创造论到智慧设计论》（*The Creationists: From Scientific Creationism to Intelligent Design*）（2006年增编）；《伽利略的入狱及其他科学与

宗教神话》（*Galileo Goes to Jail and Other Myths about Science and Religion*）（2009），已被翻译成八种语言。

凯瑟琳·M. 奥列斯科是乔治敦大学科学史系的副教授。她的文章内容是关于现代和现代早期的科学教育、测量实践以及普鲁士的科学与工程的发展。她著有《物理是我的使命：柯尼斯堡物理研讨会的规程和实践》（*Physics as a Calling: Discipline and Practice in the Koenigsberg Seminar for Physics*）（1991），曾任《奥西里斯》（*Osiris*）（12卷）的编辑。

劳伦斯·M. 普林西比是约翰霍普金斯大学的人文学德鲁教授，在科技史和化学史系教学，并担任前现代欧洲研究中心主任。他专门研究早期的现代科学，特别是炼金术。他的出版物众多，包括《科学革命：超级简介》（*The Scientific Revolution: A Very Short Introduction*）（2011）和《炼金的秘密》（*The Secrets of Alchemy*）（2013）。

彼得·J. 拉姆伯是密苏里州柯克斯维尔杜鲁门州立大学的科学史教授，他教科学和有机化学的历史及哲学。他的研究涉及19世纪化学的知识背景以及制度背景。他著有《化学结构、空间排列：立体化学的早期历史，1874—1914》（*Chemical Structure, Spatial Arrangement: The Early History of Stereochemistry, 1874–1914*）（2003），目前正在撰写德国化学家约翰尼斯·威利森努斯（Johannes Wislicenus）（1835—1902）的传记。

罗伯特·J. 理查兹是芝加哥大学科学史学院的费许班杰出贡献教授，曾任历史系、哲学系、心理学系教授，是科学概念与科学史研究委员会成员。他还指导费许班科学史与医学史中心。他的主要研究领域是德国浪漫主义和进化论的历史。他出版过几本书，其中包括《达尔文和思想与行为进化理论的出现》（*Darwin and the Emergence of*

Evolutionary Theories of Mind and Behavior）（1987），该书获得了科学史学会颁发的辉瑞奖；《浪漫生活观：歌德时代的科学与哲学》（*The Romantic Conception of Life: Science and Philosophy in the Age of Goethe*）（2002）；《生命的一幕悲剧：欧内斯特·海克尔和与进化思想斗争》（*The Tragic Sense of Life: Ernst Haeckel and the Struggle over Evolutionary Thought*）（2008）。

戴维·W. 鲁吉是西密歇根大学生物科学系和马林森科学教育学院联合任命的副教授。他根据H. B. D. 凯特维尔对黑桦尺蛾自然选择的经典研究，从历史、哲学、科学教育的观点出发，撰写了许多文章。

约翰·L. 鲁道夫是威斯康星大学麦迪逊分校课程与教学系的科学教育教授。他还在科学史系和教育政策研究学院担任工作。他著有《课堂上的科学家：科学教育的再现冷战》（*Scientists in the Classroom: The Cold War Reconstruction of Science Education*）（2002），目前担任《科学教育》（*Science Education*）国际期刊的主编。

尼古拉斯·A. 鲁克最近从哥廷根大学科学史一把手的位子上退休，现在在弗吉尼亚华盛顿和李大学担任历史与领导研究的约翰逊教授。他接受过地质学和科学史教育，出版了几本书，其中包括《历史的伟大链条：威廉·巴克兰和英国地质学院》（*The Great Chain of History: William Buckland and the English School of Geology*）（1983）、《理查德·欧文：没有达尔文的生物学》（*Richard Owen: Biology without Darwin*）（1994），《亚历山大·冯·洪堡：变形传记》（*Alexander von Humboldt: A Metabiography*）（2008）。他正在写一本关于进化生物学的非达尔文体系的书。

迈克尔·鲁斯是佛罗里达州立大学的哲学教授和科学史与科学哲学系的项目负责人。他是一位多产的作家，著、编辑了许多本书，其

中包括最近的《盖亚假说：异教徒行星上的科学》（*The Gaia Hypothesis: Science on a Pagan Planet*）（2013）、《达尔文剑桥百科全书和进化论思想》（*The Cambridge Encyclopedia of Darwin and Evolutionary Thought*）（2013）。他与长久以来的对手罗伯特·J. 理查兹一起合著了一本书，名为《辩论达尔文》（*Debating Darwin*）。

迈克尔·H. 尚克自1988年以来在威斯康星大学麦迪逊分校教授牛顿之前的科学史。他著有《除非相信，否则你不会懂：中世纪后期，维也纳的逻辑、大学和社会》（*Unless You Believe, You Shall Not Understand: Logic, University, and Society in Late Medieval Vienna*）（1988），是《古代和中世纪的科学事业》（*The Scientific Enterprise in Antiquity and the Middle Ages*）（2000）的编辑，也是《剑桥科学史：中世纪科学》（*The Cambridge History of Science: Medieval Science*）（2013）第二卷的合著者。他近期正在研究15世纪的德国天文学家雷格蒙塔努斯（Regiomontanus）。

亚当·R. 夏皮罗是伦敦大学伯贝克学院思想文化史的讲师。他著有《试验生物学：美国学校的斯科普斯案、教科书和反革命运动》（*Trying Biology: The Scopes Trial, Textbooks, and the Antievolution Movement in American Schools*）（2013）。他有两本书即将出版：一本内容是“威廉·佩利和自然神学运动的演变”；另一本内容是1924年在内布拉斯加州发生的早于斯科普斯案然而先前未知的一次进化试验。

布鲁诺·J. 斯特拉瑟是日内瓦大学的科学史教授、耶鲁大学的医学史辅助教授。他在历史期刊和科学期刊上发表了多篇关于医学史和分子生物学的文章。他的第一本书*La Fabrique d’une Nouvelle Science: La Biologie Moléculaire à-l’Age Atomique, 1945—1964*（2006），获得了美国医学史协会的亨利·西格里斯奖。他正在完成他的第二本书，内容是大数据生物学史。

丹尼尔·P. 瑟斯是威斯康星大学麦迪逊分校的科学史博士。此后，他在康奈尔大学、俄勒冈州立大学、波特兰大学、纽约大学，以及威斯康星大学麦迪逊分校等多所机构工作。他的第一本书《科学讲座：改变美国文化的科学观念》（*Science Talk: Changing Notions of Science in American Culture*）（2007），探讨了19世纪和20世纪科学价值的不断变化。目前的研究重点是科学与恐惧之间的修辞关系。